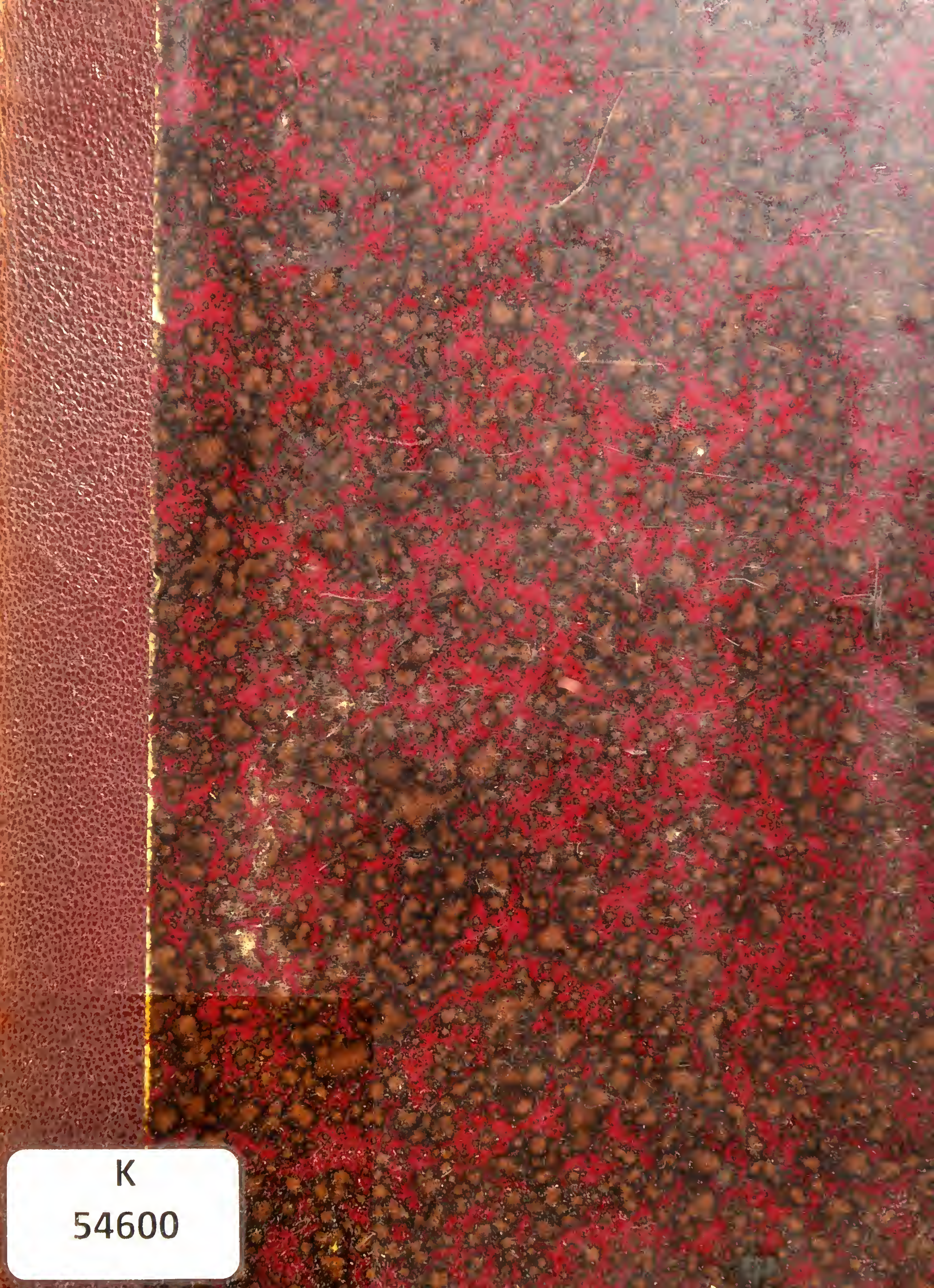
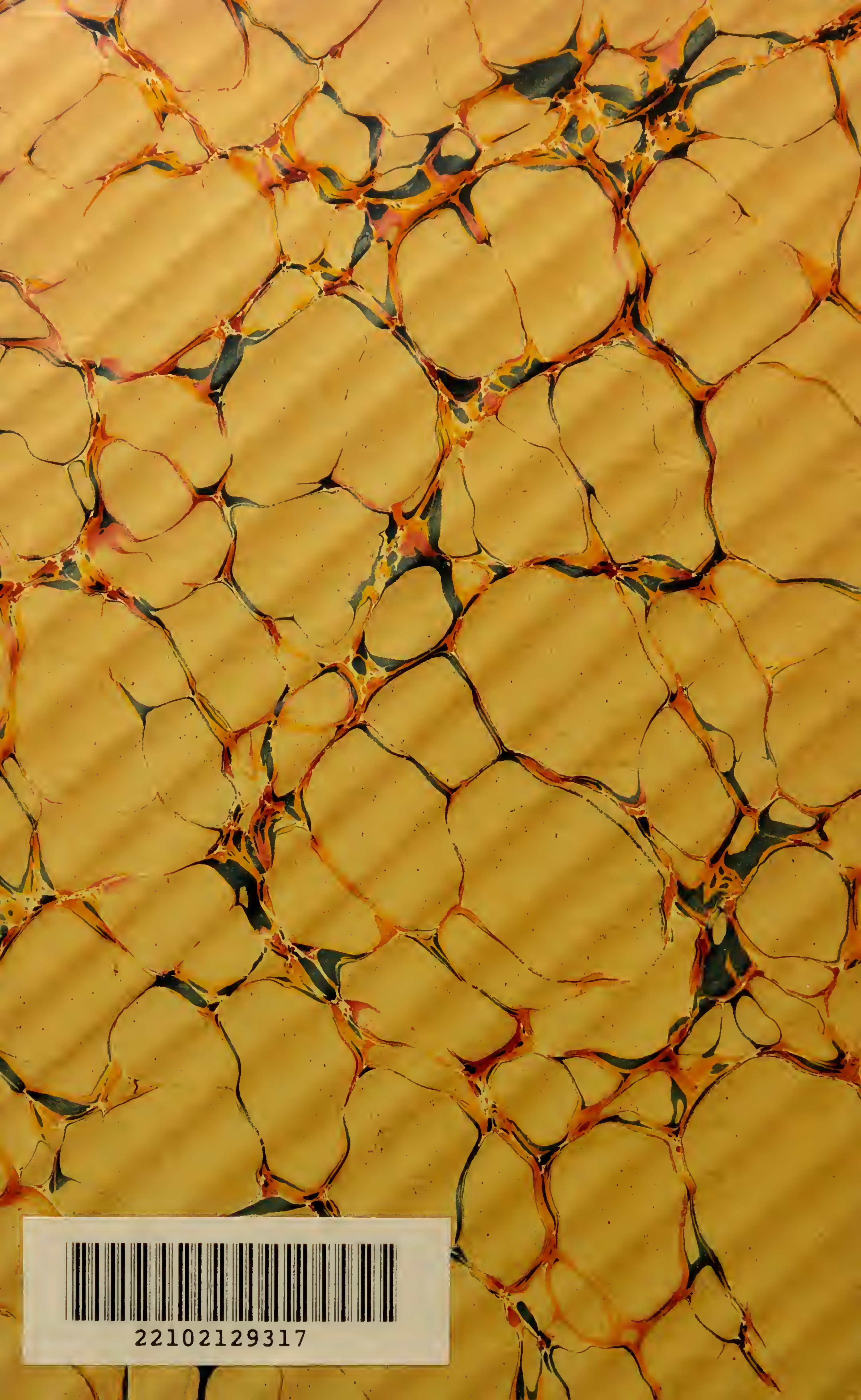
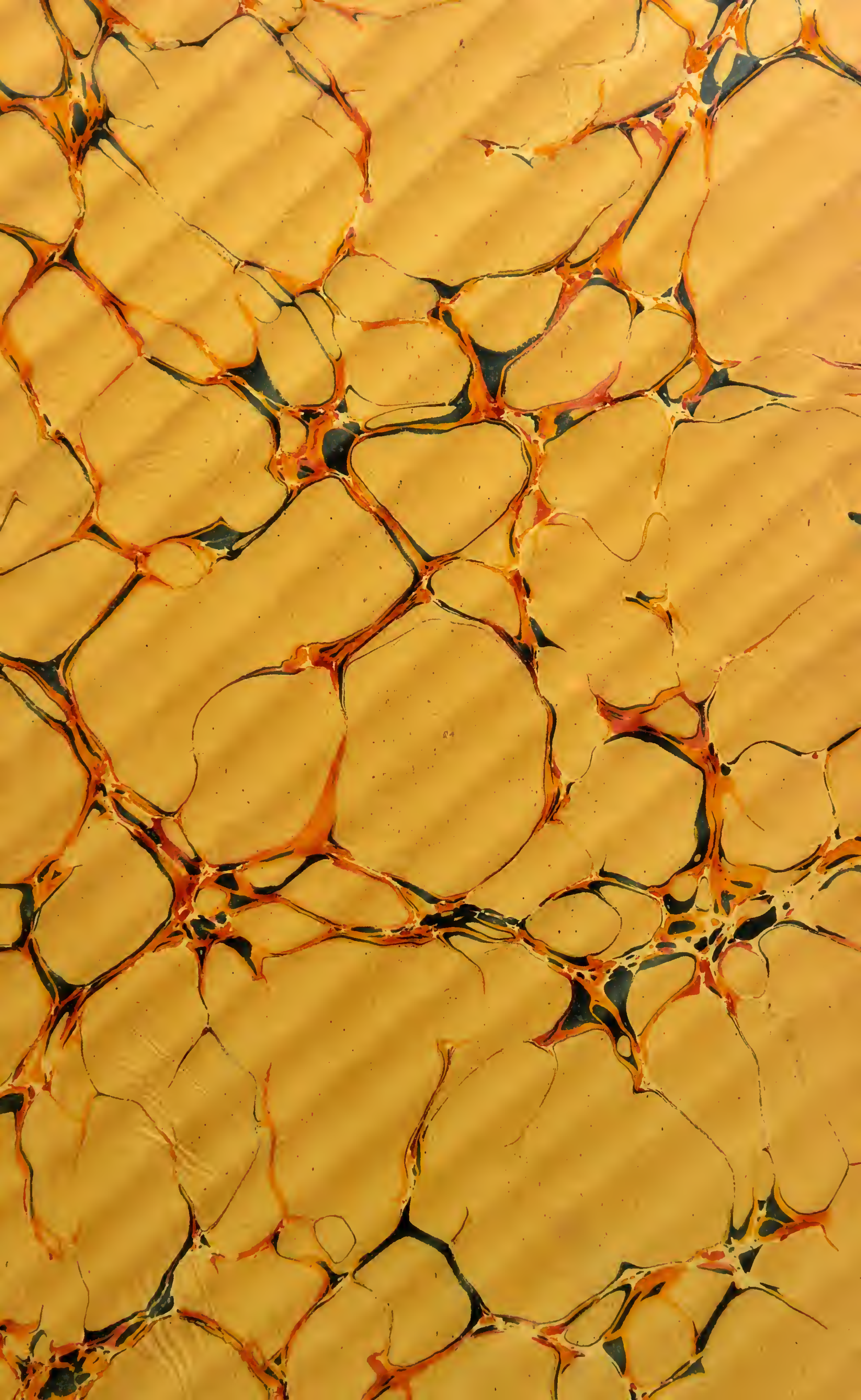



22102129317





24 October 1969

BIBLIOTHÈQUE

DE L'ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES

SECTION DES SCIENCES NATURELLE

TOME XXIX

ARTICLE N° 4

ÉTUDES

HISTOLOGIQUES ET ORGANOLOGIQUES

SUR LES

CENTRES NERVEUX ET LES ORGANES DES SENS

DES ANIMAUX ARTICULÉS

PAR

H. VIALLANES

LABORATOIRE DE ZOOLOGIE ANATOMIQUE DIRIGÉ PAR MM. MILNE EDWARDS

PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Boulevard Saint-Germain, en face de l'École de médecine

1884

ÉTUDES HISTOLOGIQUES ET ORGANOLOGIQUES

SUR LES

CENTRES NERVEUX ET LES ORGANES DES SENS

DES ANIMAUX ARTICULÉS

Par M. H. VIALLANES.

PREMIER MÉMOIRE.

LE GANGLION OPTIQUE DE LA LANGOUSTE (*Palinurus vulgaris*).

AVANT-PROPOS.

Les travaux d'Audouin, de M. H. Milne Edwards, de Newport, de M. Blanchard, ont fondé la morphologie des centres nerveux des animaux articulés et après eux il ne resterait guère à glaner, si notre grand micrographe français, Dujardin, n'avait ouvert, sur ce même terrain, un champd 'tudes tout nouveau. En 1850, Dujardin (1), en examinant le cerveau d'Hyménoptères sociaux, reconnut que cet organe n'était point formé par une masse homogène de tissu nerveux, ainsi qu'on l'avait supposé, mais qu'il présentait des parties internes très complexes dont le développement lui parut être en rapport avec le perfectionnement intellectuel. Dujardin venait d'ouvrir une voie féconde dans laquelle allait après lui s'engager un observateur éminent.

En 1864, dans son admirable traité d'anatomie comparée,

(1) Dujardin, *Mémoire sur le système nerveux des insectes* (*Ann. sc. nat.*, 3e série, 1850, t. XIV, p. 185, pl. 4).

malheureusement inachevé, M. Leydig (1) décrivit la structure interne du cerveau d'un certain nombre d'Insectes, il montra que la complexité des parties qui entrent dans la constitution de cet organe est encore plus grande que Dujardin n'avait pu le supposer.

Malgré leur importance considérable, les observations de M. Leydig n'attirèrent pas tout de suite l'attention des naturalistes. C'est, en effet, onze ans après leur publication, en 1875, qu'elles furent reprises et confirmées par M. Rabl-Ruckhardt (2).

A partir de cette époque, les travaux publiés sur le même sujet deviennent d'année en année plus nombreux; nous voyons successivement apparaître ceux de Ciaccio (3), Dietl (4), Flogel (5), Bellonci (6), Berger (7), Grenacher (8), Newton (9),

(1) Leydig, *Zum Bau des thierischen Körpers*, 1864, p. 179 et suiv. et *Tafeln zur vergleichenden Anatomie.*

(2) Rabl-Ruckhardt, *Stüdien über Insectengehirne* (*Archiv für Anatomie und Physiologie*, 1875, p. 480, pl. 1).

(3) Ciaccio, *De l'œil des Diptères* (*Compte rendu de l'Acad. des sciences de Bologne*, 1875, p. 99 ; traduction française, *in Journal de Zoologie* de Gervais, t. V, 1876).

(4) Dietl, *Die Organisation des Arthropoden Gehirns* (*Zeits. f. wiss. Zool.*, t. XXVIII, p. 489, pl. XXXVI-XXXVIII, 1876).

Id., *Untersuchungen über die Organisation des Gehirns wirbelloser Thiere* (*Sitzb. der K. Akad. der Wissensch.*, vol. LXXVII, I Abtheil., pl. I).

(5) Flogel, *Ueber den einheitlichen Bau des Gehirns in den verschiedenen Insecten Ordnungen* (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. XXX, supplément, Taf. XXIII, XXIV, 1878).

(6) Bellonci, *Morfologia del systema nervoso della Squilla mantis*, 30 pages, 10 planches (*Annali del. mus. civic. di st. nat. di Genova*, vol. XII, 23-24, *luglio* 1878).

Bellonci, *Sistema nervoso e organi de sensi dello Sphæroma serratum* (*Atti R. Accad. Lincei*, t. X, 1881, p. 91-104, 3 planches).

(7) Berger, *Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina in der Arthropoden* (*Arbeiten der Zool. Institut zu Wien.* II Heft 1878, p. 1-48, 5 planches).

(8) Grenacher, *Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden*, in-4°, 185 pages, 11 planches. Gœttingen, 1879.

(9) Newton, *On the Brain of the cokroach* (*Quarterly journal of microscopical science*, t. LXXV, 1879, p. 349, pl. XV-XVI).

Yung (1), Krieger (2), Claus (3), Michels (4), Packard (5), Viallanes (6).

Quand on lit les travaux des naturalistes que je viens de citer, on constate qu'à mesure que les recherches se sont multipliées, le nombre des parties décrites dans les centres nerveux a augmenté beaucoup. En même temps la plus grande confusion s'est glissée dans les descriptions ; en effet, chaque observateur s'est attaché seulement à quelques types, la plupart du temps sans tenir compte des travaux faits avant lui. Aussi la nomenclature varie-t-elle d'un auteur à l'autre, comme c'est d'ailleurs nécessairement le cas pour toute question anatomique en cours d'études.

En 1880, mes recherches sur le développement des Insectes me conduisirent à m'occuper de la structure intime des centres nerveux des animaux articulés ; à partir de cette époque, je réunis sur ce sujet tous les documents bibliographiques que je pus rencontrer ; de plus j'exécutai un grand nombre de préparations de cerveaux, en m'adressant aux types les plus variés du groupe des Arthropodes. Ce travail me montra que les centres nerveux des animaux articulés étaient, quant à leur structure, presque aussi compliqués que ceux des Vertébrés.

(1) Yung, *Recherches sur la structure intime et les fonctions du système nerveux central chez les Crustacés décapodes* (*Archives de Zoologie expérimentale*, t. VI, 1878).

(2) Krieger, *Ueber das Centralnervensystems des Flusskrebses* (*Zeits. f. wiss. Zool.*, t. XXXIII, 1879, p. 3-70, pl. XXXI-XXXIII).

(3) Claus, *Der Organismus der Phronimiden* (*Arbeiten des Zool. Instituts zu Wien*, t. II, Heft 1, 1878).

(4) Michels, *Beschreibung des Nervensystems von Oryctes nasicornis in Larven Puppen und Kaferzustandes* (*Zeits. f. wiss. Zool.*, t. XLVIII, 1880, p. 440, Taf. XXXIII-XXXVI).

(5) Packard, *The brain of the Locust*. — Tractated from the second report of the *Unitedstates entomological commission*, 1880, p. 223-242, pl. IX-XV.

Packard, *The anatomy, histology and embryology of Limulus polyphemus*, in-4°, 7 planches, Boston, 1880.

(6) Viallanes, *Recherches sur l'histologie des Insectes et sur les phénomènes histologiques qui accompagnent le développement post-embryonnaire de ces animaux* (*Ann. sc. nat.*, 6e *série*, t. XIV, 1882, art. n° 1, 348 pages, 18 planches).

Je me convainquis en outre qu'ils étaient incomplètement connus et qu'une étude comparative de la structure interne de ces parties considérés dans les différents groupes restait encore à faire.

Aussi me proposais-je alors de combler cette lacune. J'espérais au début que quelques années pourraient suffire à mener ce travail à bien, mais je ne tardai pas à reconnaître que le terme fuyait toujours et qu'il me faudrait encore bien longtemps avant d'avoir recueilli des faits assez nombreux pour me permettre une généralisation.

Ces raisons m'ont décidé à modifier mon plan primitif et à donner, non point un travail d'ensemble, mais une série de mémoires monographiques sur les centres nerveux et les organes des sens des animaux articulés, et qui plus tard pourront servir de bases à des comparaisons fructueuses. Je publie aujourd'hui la première de ces études; elle est consacrée au ganglion optique de la Langouste.

Avant de donner la description particulière de celui-ci, il sera nécessaire que je fournisse au lecteur quelques détails sur l'ensemble de l'appareil visuel dont le ganglion optique ne constitue qu'une partie. La description de cet organe sera suivie d'une revue historique et critique des travaux publiés avant moi sur le même sujet. Si, contrairement aux usages, je rejette à la fin de mon mémoire cette partie bibliographique, c'est qu'il m'a paru difficile de faire comprendre à un lecteur non encore initié au sujet, l'état dans lequel se trouvait la question avant mon travail. Je terminerai par un résumé dans lequel les conclusions que je crois m'appartenir en propre seront écrites en lettres italiques.

Mon travail est accompagné de planches auxquelles j'ai donné tous mes soins et qui auront assurément plus de valeur que le texte lui-même; elles représentent, en effet, bon nombre de particularités que je n'ai pas mentionnées. Le lecteur pourra, je crois, leur attribuer toute confiance; elles ont été dessinées d'abord à la chambre claire et à grande échelle, afin de pouvoir employer dans cette opération des objectifs

puissants. Elles ont été ensuite réduites par la photographie à leur dimension définitive. Pour les achever, je ne me suis pas contenté de ce que mes yeux me montraient, je me suis encore aidé de photographies microscopiques obtenues d'après mes préparations. Enfin, grâce à l'héliogravure, mes dessins manuscrits ont pu être reproduits avec fidélité.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'APPAREIL VISUEL ET PROCÉDÉS TECHNIQUES.

L'appareil visuel d'un Crustacé à yeux pédonculés comprend trois parties principales qui sont : l'œil composé, le ganglion optique et le nerf optique. Ces trois parties sont renfermées dans la tige oculifère qu'il convient de décrire tout d'abord.

La tige oculifère se présente sous l'aspect d'un cylindre terminé à son extrémité distale par une surface arrondie et s'articulant par son extrémité proximale avec le premier zoonite céphalique sur lequel elle est mobile. Quand l'animal est au repos, la tige oculifère est horizontale et son axe se trouve dirigé directement de dedans en dehors. Dans toutes nos descriptions, c'est dans cette situation que nous la supposerons toujours placée.

La partie terminale de la tige oculifère constitue la cornée à facettes, partie dont il convient de noter soigneusement la forme. La surface de la cornée qui paraît lisse à l'œil nu est arrondie et répond à peu près à la surface d'une demi-sphère aplatie de haut en bas. Aussi son diamètre horizontal est-il plus grand que son diamètre vertical.

Le contour ou bord de la cornée est compliqué, car il est compris dans des plans nombreux ; nous essayerons pourtant de faire comprendre sa forme. Quand on examine la cornée en se plaçant directement en dehors, c'est-à-dire en projetant celle-ci sur un plan vertical parallèle à l'axe du corps, on remarque que son contour a la forme d'un triangle isocèle dont la petite base un peu concave en arrière serait antérieure, et

dont les deux autres côtés seraient l'un supérieur, l'autre inférieur. Le bord de la cornée qui peut ainsi se projeter sous la forme d'un triangle est en réalité compris dans plusieurs plans et répond à un triangle sphérique dont le côté antérieur, le plus petit des trois, serait convexe en avant et dont les deux autres côtés seraient convexes en dehors.

Le corps de la tige oculifère est comme la surface cornéenne qui la termine, comprimé de haut en bas. Sa face inférieure est sensiblement plane, sa face supérieure est au contraire marquée d'une profonde dépression antéro-postérieure qui s'étend sur la face antérieure.

La tige oculifère est un membre modifié ; comme tous les autres appendices et comme le corps lui-même, son revêtement extérieur est formé par une membrane chitineuse calcifiée sujette à des mues périodiques. Sur le corps même de la tige, la cuticule chitineuse est épaisse et opaque; sur l'extrémité distale arrondie, elle est translucide et constitue la cornée.

La cuticule est dans la tige oculifère comme partout ailleurs, doublée intérieurement par un épithélium dérivé de l'ectoderme embryonnaire et connu sous le nom d'hypoderme (nom d'ailleurs fort impropre, mais consacré par l'usage).

Cet hypoderme existe également au-dessous de la cornée, mais là ses éléments se modifient pour constituer toutes les parties cellulaires de l'œil composé (cellules cristalliniennes, rétiniennes et pigmentaires).

L'hypoderme de la tige oculifère sécrète intérieurement une membrane homogène ou membrane basale qui le sépare des parties plus profondes; cette membrane ne s'interrompt pas au niveau de l'œil, elle est au contraire extrêmement développée au-dessous de cette région modifiée de l'hypoderme, mais elle revêt là des caractères spéciaux et constitue la limitante interne de l'œil.

Immédiatement en dedans de l'œil, nous trouvons un organe nerveux extrêmement complexe, c'est le ganglion optique; de celui-ci naît le nerf optique qui transporte au cerveau les impressions lumineuses. Dans la tige oculifère au-dessous de

la basale, on trouve une couche conjonctive, c'est le derme, celui-ci revêt les parties périphériques de la limitante de l'œil qui ne sont point en rapport avec le ganglion optique. Il constitue ainsi la sclérotique, puis se réfléchit sur le ganglion pour lui constituer une enveloppe et se continuer ensuite avec le névrilemme du nerf optique.

Dans l'espace compris entre le derme et l'enveloppe du ganglion, nous trouvons des muscles destinés à mouvoir la tige oculifère, nous rencontrons aussi des nerfs dont les uns sont destinés à animer ces muscles, les autres à assurer la sensibilité générale. Nous ajouterons que des vaisseaux nombreux circulent dans la tige oculifère, plusieurs d'entre eux se rendent au ganglion.

Avant d'aborder l'étude des parties que je viens d'énumérer, il est nécessaire que je donne quelques détails sur les procédés d'étude auxquels j'ai eu recours. J'ai employé concurremment la dissection fine et la méthode des coupes.

La dissection de l'appareil visuel sur un animal frais est chose à peu près impossible tant les organes qui le composent sont mous, aussi convient-il de leur donner d'abord quelque fermeté. On détache la tige oculifère et on la plonge dans l'alcool pendant quelques jours. A l'aide de forts ciseaux, on brise la cuticule calcifiée de la tige oculifère en avant et en arrière, les incisions doivent être prolongées jusque sur la cornée ; on peut alors facilement enlever la moitié supérieure des téguments de la tige. Dans l'autre moitié reste le ganglion, en connexion avec la limitante de l'œil. On enlève alors les muscles qui environnent celui-ci. Cette première préparation permet d'étudier les rapports et la configuration générale du ganglion. Mais la forme précise de celui-ci ne sera bien reconnue qu'après qu'on l'aura débarrassé de son névrilemme, opération qui demande quelque habileté.

Nous verrons plus loin que, pour étudier la sclérotique et se rendre compte de diverses particularités de structure, il faut attaquer le pédoncule oculifère par la cornée et enlever successivement celle-ci et toutes les parties plus profondes de l'œil.

La plus grande difficulté qu'on rencontre dans l'étude de la structure histologique de l'appareil visuel, résulte de la rapidité avec laquelle s'altèrent les parties qui le constituent. Aussi convient-il, lorsque l'on désire y pratiquer des coupes, de faire d'abord agir sur lui un fixateur énergique et de plus très pénétrant, afin qu'une diffusion rapide s'opère à travers les tissus.

Cette dernière condition est difficile à remplir, non seulement parce que le névrilemme du ganglion est épais et compact, mais surtout parce qu'il ne faut pas songer à extraire le ganglion hors du pédoncule avant de faire agir sur lui les réactifs, sa mollesse est trop grande pour qu'une telle opération puisse se faire sans inconvénient. Après avoir employé successivement tous les agents fixateurs aujourd'hui en usage (acide osmique, liquides de Müller, Kleinenberg, acide chromique, etc.), je me suis adressé à l'alcool absolu, qui dans le cas particulier m'a donné d'excellents résultats. Je dis dans le cas particulier, car, pour l'Écrevisse, ce même réactif ne m'a fourni que des résultats très médiocres. Voici comment j'employais l'alcool absolu.

Le pédoncule oculifère était détaché d'un coup de ciseaux sur l'animal parfaitement vivant ; à l'aide d'un foret je pratiquais quelques trous dans sa paroi, afin de faciliter l'accès du réactif dans lequel je le plongeais pendant vingt-quatre heures. J'ouvrais ensuite la tige oculifère, ainsi qu'il a été dit à propos des méthodes de dissection, j'enlevais en même temps le nerf optique et le ganglion revêtus de leur gaine en laissant adhérer à celui-ci la limitante de l'œil. La pièce était alors incluse dans la parafine, puis débitée en coupes que je montais soit à la glycérine, soit au baume du Canada ; elles étaient au préalable colorées à l'hématoxyline de Bœhmer simplement, ou subissaient une double teinture par le carmin aluné d'abord, puis par le violet de méthylaniline.

Cette méthode de double coloration est excellente ; grâce à elle les noyaux sont teintés en violet foncé, tandis que les autres parties se montrent colorées en bleu clair, ce qui per-

met de suivre facilement le trajet des fibres dans l'intérieur des masses de substance ponctuée.

J'ajouterai que j'ai débité en outre un certain nombre de ganglions en coupes successives d'épaisseur connue. En dessinant, et comparant toutes les coupes ainsi obtenues d'un même ganglion, j'ai pu me rendre un compte exact de la forme et des rapports des parties si compliquées qui entrent dans la constitution de cet organe. Grâce à ces séries de coupes, j'ai pu construire en cire un modèle très grossi du ganglion optique. Pour cela j'ai employé l'ingénieuse méthode imaginée par M. Born (1) et qui a déjà donné entre ses mains et celles de mon maître et ami M. Ph. Stöhr (2) de si excellents résultats.

Le ganglion optique n'est symétrique ni par rapport à un axe, ni par rapport à un plan. Aussi faut-il dans sa description rapporter les parties qui le composent aux plans principaux de l'animal entier. Dans les lignes qui vont suivre, nous considérerons toujours le ganglion optique comme placé dans sa situation naturelle à l'intérieur de la tige oculifère. Celle-ci, avons-nous dit, est horizontale et directement dirigée de dedans en dehors; son axe est par conséquent perpendiculaire au plan médian de l'animal. Avant de laisser de côté ces questions de nomenclature indispensables pour l'intelligence du texte, il est nécessaire que je définisse les termes dont je me servirai pour dénommer les diverses sections que j'ai dû pratiquer à travers le ganglion optique. Ces coupes ont été exécutées parallèlement à trois plans différents : les unes sont horizontales, c'est-à-dire parallèles à la table sur laquelle l'animal est censé reposer; les autres sont transversales, c'est-à-dire comprises dans des plans perpendiculaires au plan médian de l'animal; les dernières enfin sont verticales, c'est-à-dire parallèles à ce même plan médian. On conçoit sans peine que les sec-

(1) Born, *Nasenholen und Thränennasengang der Amnioten Wirbelthiere* (*Morphol. Jahrbuch*, t. V, p. 64-65).

(2) Stöhr, *Zur Entwikelungsgesichte des Urodelenschädels* (*Zeits. f. wiss. Zool.*, Bd XXXIII, 1879).

tions des deux premières sortes sont parallèles à l'axe de la tige ou pédoncule oculifère, tandis que celles de la troisième sorte sont transversales par rapport à ce même axe, c'est-à-dire comprises dans des plans perpendiculaires avec lui.

DESCRIPTION DE L'ŒIL COMPOSÉ.

L'œil composé proprement dit est limité en dehors par la cornée à facettes, en dedans par la limitante interne. Cette dernière membrane qui représente comme la cornée un segment de sphère, est parallèle et concentrique à la surface cornéenne. Quand on examine la surface de la cornée, on remarque qu'elle est composée d'une multitude de facettes quadrangulaires admirablement régulières ; ce sont les cornéules. Au-dessous de chacune de celles-ci se trouve un œil élémentaire. Les yeux élémentaires se présentent chacun comme une longue colonnette allant de la cornée à la limitante ; tous sont normaux par rapport à ces deux membranes.

En allant de dehors en dedans, l'œil élémentaire présente les parties suivantes : 1° quatre cellules disposées en croix et situées sur un même plan, ce sont les cellules cristalliniennes ou de Semper ; 2° le cône cristalloïde, c'est un corps réfringent et composé de quatre segments répondant chacun à une cellule cristallinienne ; 3° la rétinule, c'est une longue formation bacilliforme constituée par la soudure d'un certain nombre de cellules très allongées ; celles-ci, extrêmement molles dans leur partie externe, sécrètent chacune par leur partie interne un corps solide réfringent connu sous le nom de bâtonnet. Tous les bâtonnets d'un même œil élémentaire se soudent pour constituer un organe connu sous le nom de rhabdôme. De chaque rhabdôme part un filet nerveux qui se rend au ganglion optique après avoir perforé la limitante de l'œil, nous reviendrons d'ailleurs sur cette disposition. Aux éléments constitutifs des yeux élémentaires s'ajoutent des cellules pigmentaires régulièrement réparties ; celles-ci revêtent les cônes

cristalloïdes et les rhabdômes, mais elles ne se développent pas à la surface des cellules rétiniennes.

Des faits que je viens d'indiquer, il résulte que, quand on examine à l'œil nu une coupe pratiquée à travers la totalité de l'œil composé (fig. 1, A du texte), on y distingue les couches suivantes en allant de dehors en dedans : 1° la cornée à facettes ; 2° une zone pigmentée étroite répondant aux cônes cristalloïdes ; 3° une zone large, incolore, hyaline, répondant aux cellules rétiniennes ; 4° une nouvelle zone pigmentée répondant aux rhabdômes ; 5° la limitante interne de l'œil.

Je n'entre pas dans plus de détails sur la structure de l'œil composé qui est aujourd'hui bien connue, grâce principalement aux travaux de M. Grenacher.

ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU GANGLION OPTIQUE.

Les éléments constitutifs du ganglion optique ne diffèrent point de ceux qu'on rencontre dans les autres parties de la chaîne ganglionnaire, et qui sont aujourd'hui assez bien connues, grâce principalement aux travaux de Owsjannikow (1), de Haeckel (2), de Leydig (3), de Dietl (4), de Yung (5), de Bellonci (6), de Krieger (7), de Vignal (8).

(1) Owsjannikow, *Recherches sur la structure intime du système nerveux des Crustacés et spécialement du Homard* (*Ann. sc. nat.*, 4e série, t. XV, 1861).

(2) Haeckel, *Ueber die Gewebe des Flusskrebses* (*Müllers Archiv. f. Anat. u. Physiol.*, p. 1157).

(3) Leydig, *Zum Bau des Thierischen Korpers*. Tubingen, 1864.

(4) Dietl, *Untersuchungen über die Organisation des Gehirns wirbelloser Thiere* (*Sitz. der K. Akad. der Wiss.*, vol. LXXVII., I Abtheil pl. I).

(5) Yung, *Recherches sur la structure intime et les fonctions du système nerveux central chez les Crustacés décapodes* (*Arch. zool. exp.*, t. VII, 1878).

(6) Bellonci, *Morfologia del sistema nervoso della Squilla mantis* (*Ann. mus. civic. di storia nat. di Genova*, vol. XII, 1878).

(7) Krieger, *Ueber das Centralnervensystems der Flusskrebses* (*Zeit. l. wiss. Zool.*, t. XXXIII, 1879, p. 3-7, pl. XXXI-XXXIII).

(8) Vignal, *Recherches histologiques sur les centres nerveux de quelques invertébrés* (*Archiv. zool. exp.*, 2e série, t. I, 1883, pl. XV-XVIII).

Ces éléments sont : 1° des cellules ganglionnaires ; 2° des fibres nerveuses, et 3° un tissu spécial connu sous le nom de substance ponctuée (*Ball-substanz* ou *Punct-substanz*) des auteurs allemands.

Cellules ganglionnaires. — Dans leur immense majorité, les cellules ganglionnaires qu'on rencontre dans les centres nerveux des Crustacés sont unipolaires, pourtant on en trouve en différentes places de bipolaires et de multipolaires ; nous nous occuperons seulement des cellules unipolaires, car ce sont les seules qu'on observe dans le ganglion optique de la Langouste. Ces éléments sont régulièrement piriformes lorsqu'ils sont libres, mais lorsqu'ils sont en contact immédiat avec leurs congénères ils sont plus ou moins déformés par pression réciproque. Les cellules ganglionnaires manquent d'une enveloppe propre, mais bon nombre d'entre elles sont revêtues d'une gaine conjonctive, adventive, dans l'épaisseur de laquelle sont plongés de petits noyaux. Plusieurs histologistes ont essayé de répartir les cellules ganglionnaires observées dans la chaîne nerveuse en un certain nombre de groupes, mais une telle classification manque complètement de valeur, car on peut trouver tous les intermédiaires entre les cellules appartenant à des groupes différents. Les variations qu'on peut observer d'un élément nerveux à l'autre portent sur la taille et sur le rapport qui existe entre le volume du protoplasma et celui du noyau ; ce dernier ne varie que dans des proportions minimes, quelle que soit la taille de la cellule qui le renferme ; il est sphérique, revêtu d'une enveloppe bien nette ; son contenu parfaitement clair renferme un gros nucléole généralement unique.

Fibres nerveuses. — Les conducteurs nerveux qu'on rencontre dans le ganglion optique de la Langouste sont de trois sortes : ce sont des *tubes nerveux*, des *fibres fibrilloïdes*, et enfin des fibres spéciales à l'organe qui nous occupe, et que je décrirai sous le nom de *fibres filiformes*.

Les tubes nerveux dont les dimensions sont sujettes aux variations les plus grandes se présentent sous l'aspect de cylindres

formés d'une enveloppe résistante incolore et d'un contenu semi-fluide chez l'animal vivant. Dans l'épaisseur de l'enveloppe se trouvent de petits noyaux disposés sans ordre ; à l'intérieur du contenu semi-fluide courent une ou plusieurs fibrilles bien étudiées par M. Vignal, et qui ne sont pas visibles sur nos coupes, car celles-ci n'ont pas été traitées par les réactifs dont l'emploi est nécessaire pour rendre ces parties visibles. Les tubes nerveux que nous venons de décrire sont les éléments constitutifs ordinaires des commissures et des connectifs.

Les fibres fibrilloïdes (*Fibrillenartigen Fasern* de M. Krieger) sont des conducteurs nerveux si ténus que chacun d'eux se présente comme une simple ligne ; ils se groupent généralement en faisceaux dans l'intérieur desquels sont plongés de rares noyaux irrégulièrement espacés. Ces fibres fibrilloïdes n'entrent pas dans la constitution des nerfs ordinaires, mais ils jouent un rôle important dans la structure du nerf optique et dans celle du nerf de l'antenne interne, ainsi que l'a montré M. Krieger. Ces nerfs sont, en effet, constitués l'un et l'autre par deux faisceaux accolés, mais parfaitement distincts ; le plus petit de ceux-ci est uniquement formé par ces fibres fibrilloïdes que nous décrivons le second par des tubes nerveux ordinaires. Les nerfs du système nerveux sympathique, ainsi qu'il me paraît résulter des recherches de M. Vignal, sont entièrement constitués par ces fibres fibrilloïdes. J'ajouterai que, dans le ganglion optique, les prolongements des cellules nerveuses se sont montrés à moi sous l'aspect de ces mêmes éléments.

Dans deux régions spéciales du ganglion optique (*couche des fibres post-rétiniennes* et *chiasma externe*) on trouve, avons-nous dit, des conducteurs nerveux d'un aspect tout spécial et que je désignerais volontiers sous le nom de *fibres filiformes*. Chacun de ces éléments se présente sous l'aspect d'un fil cylindrique formé d'une substance homogène et réfringente, on croirait voir sous le microscope une baguette de verre filé. Ces fibres me paraissent complètement dépourvues d'enve-

loppe, car leur contour se montre toujours simple; de distance en distance à des intervalles irréguliers, on rencontre des noyaux ovalaires appliqués à leur surface; ceux-ci paraissent dépourvus de protoplasma et font saillie au dehors.

Substance ponctuée. — Cette matière forme dans les centres nerveux des Articulés, des Mollusques, et d'autres Invertébrés des accumulations considérables qui, en coupe, paraissent être constituées par un tissu dépourvu de noyaux, mais offrant un aspect finement fibrillaire et ponctué. On n'est pas encore définitivement fixé sur la nature de ce tissu ; on pense (c'est du moins l'avis de M. Krieger et de quelques autres anatomistes) qu'il est formé par un feutrage de fines fibrilles ramifiées dans tous les sens et anastomosées entre elles. La substance ponctuée paraît jouer un rôle physiologique très important ; c'est d'elle que tous les nerfs tirent leur origine, c'est dans elle que les prolongements des cellules ganglionnaires viennent tous se jeter. Ainsi les cellules ne peuvent communiquer entre elles, les nerfs ne peuvent communiquer avec ces mêmes cellules que par l'intermédiaire de la substance ponctuée.

DESCRIPTION DU GANGLION OPTIQUE.

Quand, après avoir ouvert le pédoncule oculifère, on examine le ganglion optique (fig. 1, A du texte), on remarque qu'il se présente sous forme d'un corps piriforme dont la grosse extrémité arrondie en tête hémisphérique est située immédiatement en dedans de l'œil composé et dont l'extrémité grêle se continue avec le nerf optique. Enlevons la gaine conjonctive ou névrilemme qui revêt le ganglion (fig. 1, B du texte), nous pourrons reconnaître alors avec une simple loupe la forme et les rapports des parties constituantes de cet organs; mais une coupe horizontale examinée au microscope, et telle que celle que j'ai représentée (fig. 15), nous sera encore plus utile pour acquérir ces premières notions.

On distingue dans le ganglion optique deux régions principales, une externe et une interne.

L'externe est de beaucoup la plus volumineuse, elle se présente sous l'aspect d'un gros bouton hémisphérique, dont la surface arrondie tournée en dehors est parallèle et concentrique à la surface cornéenne.

Cette surface de la région externe du ganglion est revêtue par la limitante de l'œil, sur laquelle, ainsi que nous l'avons vu, viennent s'appuyer par leur extrémité interne tous les yeux élémentaires.

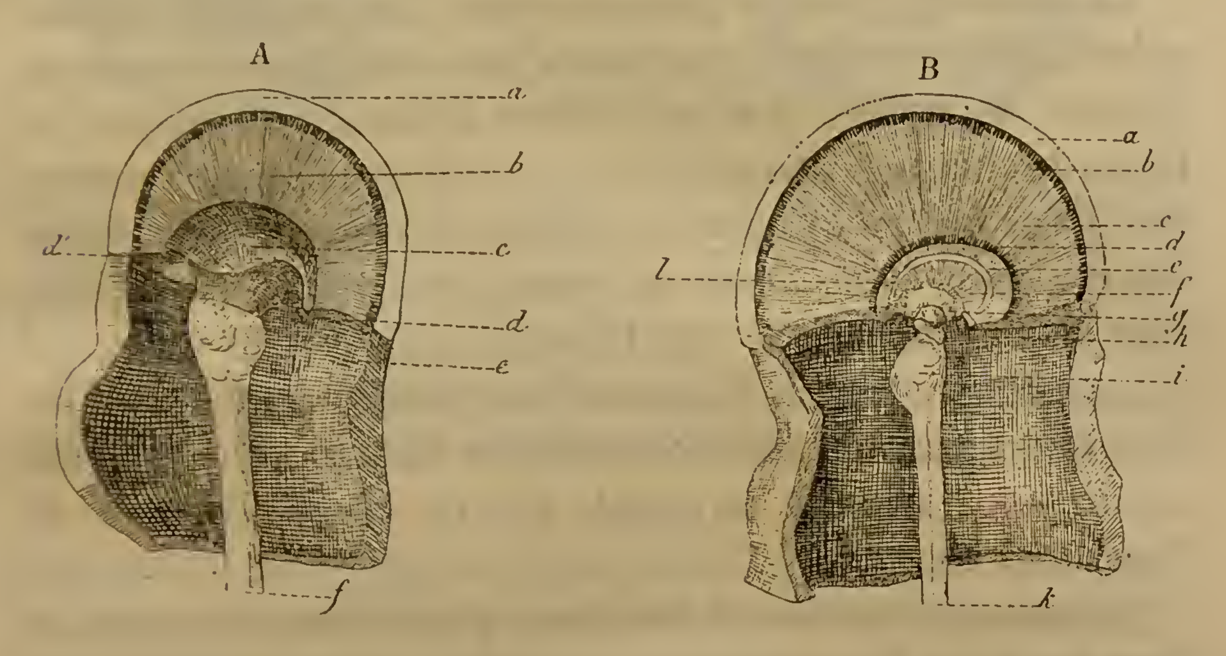


Fig. 1. — *A*. Pédoncule oculifère d'une Langouste ouvert par sa face supérieure et débarrassé des muscles qui le remplissent ; *a*, cornée à facettes ; *b*, couche des cellules rétiniennes ; *c*, surface externe arrondie du ganglion optique revêtue encore par les rhabdômes et la limitante ; *d* et *d'*, sclérotique ; *e*, corps de la tige oculifère ; *f*, nerf optique encore revêtu de sa gaine.
B. Pédoncule oculifère ouvert comme dans A ; le ganglion et le nerf optique ont été débarrassés de leur gaine. La portion externe du ganglion a été sectionnée selon un plan horizontal ; *a*, cornée à facettes ; *b*, couche des cônes ; *c*, couche des cellules rétiniennes ; *d*, couche des rhabdômes *e*, couche des fibres post-rétiniennes ; *f*, chiasma externe ; *g*, masse médullaire externe ; *h*, masse médullaire interne ; *i*, masse médullaire terminale ; *k*, nerf optique ; *l*, lame ganglionnaire.

La portion externe du ganglion s'unit à la portion interne par l'intermédiaire d'un gros paquet de fibres nerveuses entre-croisées, que nous désignerons sous le nom de *chiasma externe* (fig. 15,*che*).

Ce chiasma répond au centre de la portion de sphère que représente la surface externe du ganglion et par là même au centre de la surface cornéenne.

La portion interne du ganglion reliée à l'externe par le chiasma dont nous venons de parler, se continue en dedans avec le nerf optique. Elle comprend trois parties princi-

pales qu'on peut aisément reconnaître même par une simple dissection.

Ce sont, en allant de dehors en dedans : 1° la masse médullaire (1) externe (fig. 15,*me*); 2° la masse médullaire interne (fig. 15,*mi*); 3° la masse médullaire terminale (fig. 15,*mt*).

Ces formations sont toutes trois constituées par ce tissu qui paraît spécial aux centres nerveux des animaux invertébrés, et qu'on connaît sous le nom de *substance ponctuée*.

La masse externe se présente sous l'aspect d'une épaisse calotte hémisphérique convexe en dehors et fortement aplatie d'avant en arrière. Par sa surface interne, elle reçoit les fibres du chiasma externe. De sa partie interne concave partent des fibres qui se dirigent en dedans et vont gagner la masse interne après avoir formé un entre-croisement connu sous le nom de *chiasma interne* (fig. 15,*chi*).

La masse interne a la forme d'un plateau arrondi; en dehors elle reçoit les fibres du chiasma interne, en dedans elle s'unit avec la masse terminale par un étroit pédoncule fibreux (fig. 15,*pmi*).

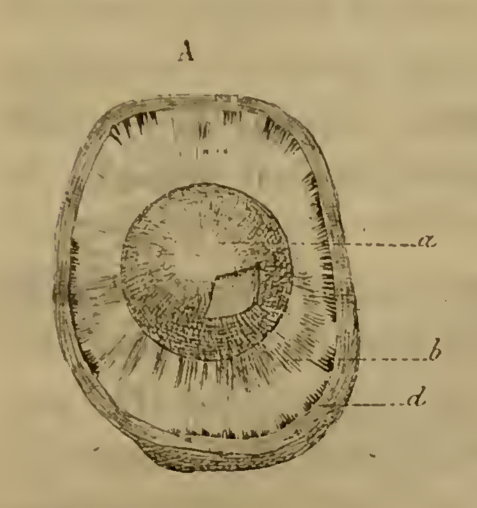
La masse terminale est beaucoup plus volumineuse que les deux autres et sa structure est infiniment plus compliquée; elle a sensiblement la forme d'un cylindre arrondi à ses deux extrémités. En dehors elle reçoit le pédoncule de la masse interne, en dedans elle se continue avec le nerf optique.

La portion externe du ganglion optique présente, avons-nous dit, une surface arrondie en forme d'hémisphère et immédiatement située en dedans de l'œil. On se rend facilement compte de ces dispositions par les méthodes ordinaires de dissection.

A cet effet, on procède de la manière suivante : on incise la cornée suivant son bord, puis on fixe le pédoncule oculifère verticalement au fond d'une cuvette à dissection. On enlève alors la cornée, et en même temps qu'elle la couche des cellules

(1) Le mot masse médullaire n'est peut-être pas très bien choisi, mais je le conserve, car il a été introduit dans la science par M. Berger, qui, le premier, a étudié ces parties avec quelque soin.

cristalliniennes et celle des cônes ; puis à l'aide d'un pinceau on se débarrasse facilement des cellules rétiniennes, qui se



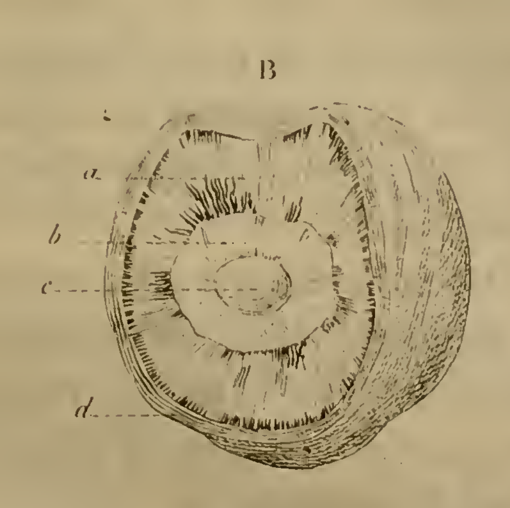


Fig. 2. — *A*, pédoncule oculifère de la Langouste ouvert par sa face cornéenne. La cornée, les cônes, les cellules rétiniennes ont été enlevés. *a*, extrémité externe du ganglion optique faisant saillie dans la chambre oculaire ; elle est par toute sa surface revêtue par les rhabdomes, on l'a débarrassée de ceux-ci seulement sur un petit espace qui se montre dans la figure comme une tache blanche ; *b*, sclérotique ; *d*, bord cornéen incisé.

B, pédoncule oculifère ouvert comme dans *A*. La cornée, les cônes, les cellules rétiniennes, les rhabdomes, la limitante interne de l'œil, la couche des fibres post-rétiniennes, la lame ganglionnaire, le chiasma externe ont été enlevés. On a ainsi mis à nu la sclérotique dans son entier et la surface externe de la masse médullaire externe. *a*, portion périphérique de la sclérotique formée de fibres rayonnantes ; *b*, portion centrale de la sclérotique formée de fibres annulaires ; *c*, surface externe arrondie de la masse médullaire externe ; *d*, bord cornéen incisé.

détachent par gros paquets (fig. 2, A du texte). Quant aux rhabdomes ils restent adhérents à la limitante, et sont assez fortement unis à cette membrane ; pourtant on les enlève sans trop de difficulté en raclant avec un scalpel. On aperçoit alors la surface externe du ganglion, revêtue par la limitante, et faisant saillie dans la cavité de l'œil comme une grosse tête hémisphérique. On constate que la surface de celle-ci est parallèle et concentrique à la cornée et comme elle par conséquent un peu aplatie de haut en bas.

La limitante qui revêt la surface du ganglion, adhère plus fortement à celui-ci qu'aux éléments mêmes de l'œil ; nous avons vu en effet qu'on peut facilement séparer les rhabdomes d'avec elle ; en revanche on ne peut séparer cette membrane d'avec le ganglion sans produire des ruptures.

La dissection que nous venons de décrire nous montre que tous les yeux élémentaires viennent par la partie terminale de leur rhabdome s'appuyer sur la limitante qui revêt la tête hémisphérique du ganglion.

De chaque rhabdome naît une fibre nerveuse (fig. 1 et 15, *fpr*), celle-ci perce la limitante et pénètre de la sorte dans l'intérieur même du ganglion. Ces fibres se dirigent toutes en dedans plus ou moins obliquement, selon qu'elles sont plus ou moins éloignées de l'axe optique, comme pour gagner le centre de la portion de sphère que représente la surface arrondie du ganglion.

Chemin faisant elles traversent de part en part une sorte d'écran nerveux que je désigne sous le nom de *lame ganglionnaire* (fig. 1, 6, 15, *lg*). Cette partie se présente en effet sous l'aspect d'une lame à faces parallèles, convexe en dehors, et dont la courbure est concentrique à celle de la surface arrondie du ganglion.

La portion externe du ganglion optique présente donc à étudier les parties suivantes qui sont en allant de dehors en dedans :

1° La limitante interne de l'œil composé ;

2° La couche des fibres post-rétiniennes, formée par l'ensemble des fibres qui parties de l'œil vont gagner la lame ganglionnaire ;

3° La lame ganglionnaire ;

4° Le chiasma externe.

La portion interne du ganglion comprend :

1° La masse médullaire interne;

2° Le chiasma interne ;

3° La masse médullaire interne ;

4° Le pédoncule de la masse médullaire interne ;

5° La masse médullaire terminale.

La limitante interne de l'œil se présente sous l'aspect d'une membrane vitreuse anhiste. Examinée dans son ensemble, elle constitue une sorte de diaphragme qui divise la cavité du pédoncule oculaire en deux chambres, une externe renfermant l'œil proprement dit, une interne logeant le ganglion optique, les muscles et autres organes annexés à l'œil.

Cette sorte de diaphragme s'insère par toute sa périphérie à l'hypoderme des téguments généraux, sur la ligne même qui

sépare ceux-ci d'avec la cornée à facettes ; à son centre elle se bombe pour s'appliquer contre toute la surface externe arrondie du ganglion optique.

On peut donc distinguer deux régions dans la limitante, une région périphérique sensiblement plane et une centrale, bombée en dehors. C'est sur cette surface bombée que viennent s'appuyer par leur extrémité profonde tous les yeux élémentaires.

Par sa portion périphérique et plane, la limitante se trouve en rapport avec les surfaces des yeux élémentaires les plus périphériques, qui sont ainsi couchés sur elle.

Nous étudierons la limitante seulement dans sa portion centrale bombée. Là (fig. 9, *l*) elle se présente comme une épaisse membrane, homogène et très réfringente, présentant des perforations espacées avec grande régularité. Chacune d'elles est sous-jacente à un œil élémentaire et donne passage au conducteur nerveux qui naît de l'extrémité terminale de celui-ci.

Couche des fibres post-rétiniennes (fig. 1, 3, 6, 9, 15, *pr*). — La couche des fibres post-rétiniennes est comprise entre la limitante de l'œil et la surface externe de la lame ganglionnaire ; elle est formée par l'ensemble des fibres qui, venues de l'œil, se rendent aux parties plus profondes.

De chaque œil élémentaire part une fibre nerveuse ; celle-ci perce la limitante, puis gagne la lame ganglionnaire sans s'anastomoser avec ses voisines.

Il suffit de décrire l'aspect d'une seule de ces fibres pour connaître toutes les autres.

Les fibres post-rétiniennes représentent chacune un de ces conducteurs nerveux spéciaux au ganglion optique et que j'ai décrits plus haut sous le nom de *fibres filiformes*. Chacune d'elles se montre en effet sous l'aspect d'un cylindre assez volumineux parfaitement homogène et possédant une grande réfringence même sur les pièces conservées dans le baume du Canada. On croirait voir un fil de verre. De distance en distance, on observe appliqué à la surface de ces fibres un noyau

arrondi et saillant. La fibre post-rétinienne me paraît dépourvue d'enveloppe, du moins son contour m'a paru simple, quelque objectif que j'aie employé à cette étude.

La fibre post-rétinienne ne présente pas absolument le même aspect sur tout son parcours.

Au moment où elle quitte la membrane limitante, elle est légèrement sinueuse, plus loin elle devient sensiblement rectiligne. Dans la portion sinueuse de son trajet, la fibre est revêtue d'un dépôt de pigment brunâtre amorphe qui l'accompagne jusqu'à l'œil élémentaire auquel elle s'unit; par conséquent la gaine pigmentée se continue dans le pertuis correspondant de la limitante. Comme le dépôt coloré que nous venons de mentionner est assez épais, la fibre paraît renflée dans la région où celui-ci existe.

Quand sur des pièces préparées par la dissection, on examine à la loupe une section pratiquée dans la couche des fibres post-rétiniennes; on remarque à sa partie externe, immédiatement en dedans de la limitante de l'œil, une zone étroite colorée en brun clair; celle-ci n'est autre chose que la région dans laquelle les fibres post-rétiniennes sont pourvues des gaines pigmentaires que nous venons de signaler.

Dans la première partie de leur parcours, les fibres post-rétiniennes sont écartées les unes des autres et suivent un trajet qui répond sensiblement au prolongement des yeux élémentaires correspondants.

Plus loin, elles se rapprochent par groupes, s'unissent en paquets plus ou moins volumineux, qui marchent ensuite directement vers la lame ganglionnaire. Ce groupement des fibres post-rétiniennes en faisceaux est surtout nettement accusé dans les parties périphériques; il est moins net vers le centre.

La couche que nous décrivons ne renferme pas seulement des conducteurs nerveux, on y trouve comme parties accessoires une trame conjonctive, des cellules pigmentées et des vaisseaux sanguins.

Quand on examine à un fort grossissement les espaces compris entre les fibres nerveuses post-rétiniennes, on y remarque

un fin réseau de fibrilles conjonctives entrelacées. Au milieu de celles-ci sont dispersés quelques rares noyaux qui ont la même taille et le même aspect que ceux qu'on trouve à la surface des fibres nerveuses et qui appartiennent en propre à ces éléments.

La trame conjonctive que nous décrivons est partout extrêmement lâche ; mais toutefois, immédiatement en dedans de la limitante de l'œil et dans toute l'étroite zone où les fibres post-rétiniennes présentent leur gaine de pigment, ses mailles se resserrent davantage et ses noyaux deviennent plus nombreux.

En beaucoup de places, la trame conjonctive fait complètement défaut ; il en résulte qu'en ces points existent des lacunes plus ou moins grandes et remplies par le liquide cavitaire. Les plus grandes de celles-ci présentent une disposition assez régulière ; il en existe généralement au moins une dans chaque intervalle compris entre les faisceaux que forment les fibres post-rétiniennes avant d'atteindre la lame ganglionnaire. C'est l'aspect qu'on observe sur les coupes faites parallèlement à la direction des fibres. Sur les coupes faites perpendiculairement à celles-ci, on remarque que chaque faisceau a un contour sensiblement circulaire, qu'il est revêtu d'une délicate gaine formée par la trame conjonctive, et se trouve complètement séparé de ses congénères par une lacune plus ou moins étendue qui l'entoure.

Outre la trame conjonctive que je viens de mentionner, on trouve entre les fibres post-rétiniennes une quantité assez considérable de dépôts formés par un pigment brun noirâtre. Ces amas colorés se présentent sous l'aspect de corps extrêmement ramifiés, dont les nombreuses branches s'étendent dans tous les plans et s'anastomosent fréquemment.

Quand dans leur partie centrale, les corps ne renferment pas un pigment trop noir, on y découvre un noyau colorable par le carmin ; ceci nous prouve que chacun de ces corps ramifiés n'est autre chose qu'une cellule chargée de pigment.

Ces éléments colorés sont surtout nombreux dans la région périphérique de la couche des fibres post-rétiniennes, ils deviennent plus rares ou même disparaissent complètement au voisinage du centre; mais il faut dire qu'à cet égard on rencontre des variations individuelles assez notables.

Pour compléter la description de la couche des fibres post-rétiniennes, il nous reste à parler du mode de distribution des vaisseaux qui s'y rendent; mais nous renvoyons cette étude au chapitre où il sera traité de la circulation du sang dans l'appareil visuel.

Lame ganglionnaire (fig. 1, 3, 6, 15, *lg*). — La lame ganglionnaire est une sorte d'écran nerveux dans lequel vont se jeter toutes les fibres post-rétiniennes. Cette lame s'étend parallèlement à la limitante interne de l'œil; toutefois elle est un peu plus convexe que la limitante, aussi la couche des fibres post-rétiniennes comprise, comme nous le savons, entre ces deux parties, est-elle plus épaisse à la périphérie qu'au centre.

Par sa face externe, la lame ganglionnaire reçoit les fibres post-rétiniennes; de sa face interne naissent de nouvelles fibres, qui vont se jeter dans la masse médullaire externe en formant un entre-croisement que nous décrirons plus loin sous le nom de chiasma externe.

Ainsi que la limitante de l'œil, la lame ganglionnaire est convexe en dehors, concave en dedans; ses deux faces sont sensiblement parallèles entre elles, aussi a-t-elle partout à peu près la même épaisseur.

Elle est composée de trois couches (fig. 3), qui sont, en allant de dehors en dedans :

1° *La couche des noyaux;*
2° *La couche moléculaire;*
3° *La couche des cellules ganglionnaires.*

La substance ponctuée constitue le substratum fondamental de chacune de ces trois parties, qui pourtant sont faciles

à distinguer, car leurs limites sont toujours indiquées avec une netteté parfaite.

La *couche des noyaux* (fig. 3, *c*) est formée par un feutrage de très fines fibrilles courant dans tous les sens, mais toujours parallèllement à la surface de la lame ganglionnaire.

Au milieu de celles-ci sont plongés des noyaux ovalaires aplatis de dehors en dedans, et dont par conséquent les grandes dimensions sont parallèles aux faces de la lame. Ces éléments sont beaucoup plus nombreux dans la partie profonde que dans la partie superficielle de la couche que nous décrivons, ce qui permet d'y distinguer deux zones assez nettes; une externe, pauvre en noyaux, et une interne, où ces formations se montrent en grande abondance.

Les fibres post-rétiniennes pénètrent dans la couche des noyaux groupées en faisceaux ainsi que nous l'avons indiqué précédemment. On peut suivre ceux-ci jusqu'à une certaine profondeur. En effet, les faisceaux traversent toute la région externe de la couche à noyaux sans perdre leur autonomie; mais, arrivées dans la région interne, les fibres qui les composent se dissocient.

Parmi celles-ci, les unes, s'écartant du chemin qu'elles suivaient, s'infléchissent parallèlement à la surface de la lame, marchent ainsi quelque temps, puis disparaissent au milieu de ce feutrage de fibrilles qui compose la couche des noyaux; les autres continuent leur route et s'enfoncent directement dans la couche moléculaire.

Les faits que je viens d'indiquer s'aperçoivent sans peine sur des coupes perpendiculaires à la surface de la lame (fig. 8); dans la région externe de la couche à noyaux, nous reconnaissons immédiatement les faisceaux de fibres post-rétiniennes, chacun d'eux a un contour sensiblement circulaire et présente intérieurement un aspect ponctué dû à la section des fibres qui le composent; on n'observe aucune régularité dans la disposition de ces faisceaux. Chacun d'eux est environné par une étroite lacune qui l'entoure comme un anneau. Entre les faisceaux s'étend la substance ponc-

tuée fibrillaire qui constitue la masse principale de la couche des noyaux; en l'examinant avec un puissant objectif, on reconnaît qu'elle est composée par de fines fibrilles onduleuses courant dans toutes les directions, mais toujours comprises dans le plan de la coupe; au milieu de ces fibrilles, nous trouvons quelques rares noyaux. Sur la même préparation, nous rencontrons quelques vaisseaux sanguins en coupe transversale; ceux-ci ont un contour circulaire, une paroi mince à la surface de laquelle on trouve de rares noyaux. Ainsi que les faisceaux nerveux les vaisseaux sont entourés chacun par une lacune.

Si notre coupe, au lieu d'intéresser la zone externe de la couche à noyaux, est pratiquée dans la zone interne, nous observons une image analogue; toutefois nous remarquons que les faisceaux nerveux ne sont plus nettement limités, mais qu'ils se confondent avec la substance ponctuée fibrillaire. De plus nous observons au sein de celle-ci des noyaux beaucoup plus nombreux.

La *couche moléculaire* ou couche moyenne de la lame ganglionnaire est plus épaisse que les deux autres, en outre, sa structure est beaucoup plus simple; quand on l'examine sur des coupes perpendiculaires à la surface de la lame, elle se montre formée d'une substance ponctuée presque homogène, mais offrant toutefois un strié transversal extrêmement fin; on y trouve de rares noyaux, quelques vaisseaux, tous dirigés dans le sens des stries, c'est-à-dire de dedans en dehors, quelques fibres enfin ayant la même orientation. Celles-ci ne sont que la prolongation des fibres post-rétiniennes qui traversent la couche à noyaux.

Le strié transversal que présente la couche moléculaire nous indique qu'elle est probablement constituée par de fines fibrilles. Les coupes parallèles à la surface paraissent confirmer cette manière de voir. Sur ces sortes de sections (fig. 19), la couche moléculaire se montre composée d'îlots très réguliers ayant un contour sensiblement hexagonal, séparés par d'étroits espaces clairs. La substance des îlots a

un aspect finement ponctué. La comparaison des coupes perpendiculaires avec les coupes parallèles à la surface, nous donne lieu de penser que la couche moléculaire est composée par des paquets de fines fibrilles serrés les uns contre les autres et étendus de dehors en dedans, servant par conséquent à unir la couche des noyaux avec la couche des cellules ganglionnaires.

La *couche des cellules ganglionnaires* se présente sous un aspect qui rappelle tout à fait celui que nous offrait la couche à noyaux, c'est-à-dire qu'elle paraît formée par un feutrage de fines fibrilles courant parallèlement à sa surface, et entre lesquelles se montrent des noyaux aplatis assez nombreux. De la face interne de la région qui nous occupe naissent les fibres du chiasma externe, isolément ou par faisceaux de cinq ou six.

On peut suivre ces conducteurs à travers toute l'épaisseur de la région que nous décrivons, ils atteignent la couche moléculaire, s'y enfoncent et disparaissent aussitôt; on en remarque pourtant quelques-uns qui, traversant celle-ci sans perdre leur autonomie, atteignent la couche à noyaux pour se continuer chacun avec une fibre post-rétinienne.

Il est à remarquer que par sa face interne la couche des cellules ganglionnaires est irrégulièrement limitée, et qu'à certaines places elle s'avance plus ou moins entre les fibres du chiasma auxquelle elle donne naissance.

Dans la Langouste, la région que nous étudions en ce moment ne justifie que peu son nom de couche des cellules ganglionnaires; ces éléments y existent bien, mais sont d'une rareté extrême. A la face profonde de cette couche, on trouve de grosses cellules à contour irrégulier, je les appelle ganglionnaires, par analogie avec ce que M. Berger a observé chez l'Écrevisse, car pour moi je n'ai pas été assez heureux pour leur déceler de prolongement, ce qui ne veut pas dire qu'elles en soient dépourvues. Les éléments cellulaires dont l'étude nous occupe sont extrêmement rares chez la Langouste, nombreux au contraire chez l'Écrevisse.

Je ne serais même pas éloigné de croire qu'ils ne sont point constants chez cette espèce; chez plusieurs individus, il m'a été impossible de les trouver; chez ceux où je les ai rencontrés, ils étaient extrêmement peu nombreux.

En effet, pour toute l'étendue de la lame, je n'ai jamais trouvé plus de trois ou quatre cellules ganglionnaires; elles étaient localisées vers la périphérie de la lame et dans sa partie postérieure.

Chiasma externe (fig. 1, 2, 3, 6, 10, 14, 15, 20, 21, *che*). — Les fibres nerveuses sorties de la lame ganglionnaire et qui méritent le nom de fibres du chiasma externe sont destinées à mettre cette partie en communication avec la région interne du ganglion optique.

Les fibres du chiasma, après s'être dégagées de la face profonde de la lame ganglionnaire, se présentent sous le même aspect que les fibres post-rétiniennes; elles sont seulement un peu moins larges; leur trajet est assez compliqué. Celles qui sortent de la moitié antérieure de la calotte hémisphérique que représente la lame ganglionnaire se dirigent en arrière et en dedans et sont d'autant plus obliques qu'elles naissent plus près de la périphérie de la lame.

Les fibres qui sortent de la moitié postérieure de la lame ganglionnaire se dirigent de dehors en dedans et d'arrière en avant; elles aussi sont d'autant plus antéro-postérieures qu'elles sont plus périphériques.

Ainsi les fibres nées de la moitié antérieure de la lame s'entre-croisent, forment un chiasma avec celles qui sont sorties de la moitié postérieure.

Cet entre-croisement ne s'effectue pas sur un point unique, mais bien selon une ligne idéale dirigée verticalement de haut en bas et passant par le centre de courbure de la lame ganglionnaire. Par conséquent, le paquet formé par les fibres après leur entre-croisement se trouve aplati d'avant en arrière et étendu de haut en bas.

Aussi, lorsque nous pratiquons une coupe horizontale pas-

sant par le centre de la lame, remarquons-nous que toutes les fibres du chiasma sont comprises dans le plan de la section (fig. 1 et 15). Si au contraire nous observons une coupe perpendiculaire à celle dont je viens de parler, nous rencontrons des fibres du chiasma coupées suivant toutes les incidences (fig. 6).

Après s'être entre-croisées, les fibres du chiasma s'infléchissent fortement vers l'axe du ganglion et viennent gagner la surface externe convexe de la masse médullaire externe. Toutes ont ce sort, à l'exception d'un petit paquet né de la partie la plus postérieure de la lame ganglionnaire et dont la destinée est tout à fait spéciale.

Pour bien faire comprendre les rapports précis des fibres du chiasma avec la masse médullaire externe, il est nécessaire de décrire d'abord la forme générale de celle-ci. La masse médullaire externe (fig. 1, 6, 15, *me*) se présente sous l'aspect d'une calotte hémisphérique très épaisse, convexe en dehors et fortement comprimée d'avant en arrière. Aussi, quand on examine par la dissection (fig. 2, B du texte) sa surface externe, celle-ci se montre-t-elle sous l'aspect d'un demi-ovoïde dont le grand diamètre serait vertical et deux fois plus grand que le petit. Ainsi, la plus grande dimension de la masse médullaire externe est-elle perpendiculaire au plus grand diamètre des autres parties courbes de l'appareil visuel (cornée, limitante, lame ganglionnaire).

Nous avons comparé la masse médullaire externe à une calotte épaisse; aussi remarquons-nous qu'elle présente en dedans un bord arrondi, épais, compris entre sa face convexe et sa face concave. Cette dernière a la même courbure que la face convexe et lui est concentrique; mais son étendue est bien moindre.

La masse médullaire externe est entièrement formée par ce tissu spécial connu sous le nom de substance ponctuée.

Maintenant que nous connaissons la forme générale de la masse médullaire externe, nous pouvons entrer dans plus de détails sur le chiasma.

Pour décrire clairement l'aspect de celui-ci, nous devrons le considérer comme formé de trois parties : une partie externe, une moyenne et une interne. La première de ces régions contient les fibres non encore entre-croisées, la seconde répond au lieu de l'entre-croisement, la troisième enfin renferme les fibres après leur entre-croisement.

En comparant des coupes faites dans les trois directions, on se convainc que le chiasma peut, quant à sa forme, être comparé à un solide qui serait constitué par deux troncs de cône très inégaux soudés par leur petite base ; le plus grand de ceux-ci serait externe et un peu aplati de haut en bas, le plus petit, interne, serait au contraire aplati d'avant en arrière. La base du premier tronc de cône est convexe pour se mouler sur la face interne de la lame ganglionnaire, la base du second est fortement concave pour s'appliquer sur la face convexe de la masse médullaire externe. Le premier cône renferme les fibres non encore entre-croisées, le point de jonction des deux cônes répond à l'entre-croisement, enfin le cône interne renferme les fibres après leur entre-croisement.

Pour bien faire comprendre l'aspect du chiasma, il me reste encore à faire connaître quelques détails sur les fibres qui le constituent. Au moment où celles-ci se dégagent de la lame ganglionnaire, elles sont disposées en faisceaux, laissant entre eux de grandes lacunes, au sein desquelles rampent de nombreux vaisseaux sanguins.

Cette disposition en faisceaux disparaît quand on arrive à la région d'entre-croisement; depuis ce point jusqu'à la masse médullaire externe dans laquelle elles se jettent, les fibres ne forment qu'un seul paquet non décomposable en faisceaux distincts.

A leur sortie de la lame ganglionnaire les fibres du chiasma se présentent, avons-nous dit, avec le même aspect que les fibres post-rétiniennes; chacune d'elles se montre par conséquent semblable à un mince fil de verre présentant de distance en distance des noyaux appliqués à sa surface. Mais, à mesure qu'on approche de la masse médullaire externe, on

voit diminuer le calibre des fibres et en même temps le nombre de leurs noyaux propres.

Quand on examine avec un puissant objectif les fibres du chiasma au delà de leur entre-croisement, on remarque qu'elles semblent accolées les unes aux autres d'une manière plus ou moins intime, mais sans interposition d'aucun tissu étranger (fig. 2, *che*). Mais, quand on étudie ces mêmes éléments dans la région située immédiatement en dedans de la lame ganglionnaire, là où l'on trouve des lacunes et des vaisseaux, on aperçoit entre eux un fin réticulum de tissu conjonctif sur les travées duquel sont appliqués des noyaux assez nombreux.

Dans cette même région (fig. 1 et 15), on trouve des cellules pigmentées semblables à celles que nous avons décrites dans la couche des fibres post-rétiniennes, mais ici leur nombre est beaucoup moindre.

Masse médullaire externe (fig. 1, 6, 10, 22, 15, 20, *me*). — Plus haut, j'ai donné la description de la forme générale de cette partie, j'en rappellerai en deux mots les traits principaux.

La masse médullaire externe peut être comparée quant à sa forme à une épaisse calotte hémisphérique, convexe en avant et fortement comprimée d'avant en arrière. Aussi son grand diamètre est-il vertical, perpendiculaire par conséquent au grand diamètre des autres parties courbes de l'appareil visuel (cornée, limitante, lame ganglionnaire).

La masse médullaire externe présente à étudier une face externe convexe, une face interne concave et un bord très épais et fortement convexe.

Par la dissection, on se rend un compte exact de la forme de la partie que nous décrivons. A cet égard, les préparations les plus instructives sont celles dans lesquelles on met à nu la surface externe de la masse médullaire interne après avoir successivement enlevé la cornée, les yeux élémentaires, la limitante, la couche des fibres post-rétiniennes, la lame ganglionnaire, le chiasma externe, tout en respectant la sclérotique (fig. 2, B du texte).

Sur des pièces ainsi préparées, la surface externe de la masse médullaire externe se montre comme un demi-ellipsoïde assez allongé; on y reconnaît aussi l'orientation de son grand diamètre par rapport à celui des autres parties courbes.

La forme de la masse médullaire externe étant connue, on conçoit comment son aspect doit varier selon la direction des coupes sur lesquelles on l'étudie. Sur les sections verticales, elle se montre avec un contour elliptique; sur les sections transversales (fig. 6), elle a la forme d'un croissant étendu et faiblement courbé; sur les coupes horizontales (fig. 1, 10, 15, 20) enfin elle apparaît encore comme un croissant, mais cette fois peu étendu et fortement arqué.

Par toute sa surface convexe et par son bord elle reçoit les fibres du chiasma, qui s'enfoncent et disparaissent dans sa substance.

La masse médullaire externe est tout entière constituée par de la substance ponctuée. Quand on l'examine sur une coupe, soit transversale, soit horizontale, on remarque qu'elle présente une striation radiale des plus fines et qu'elle est marquée d'une ou deux zones étroites parallèles à sa surface et se distinguant par leur coloration claire. Cette apparence est due à ce que sur certains points la substance ponctuée est creusée de petites lacunes, surtout nombreuses sur les zones que je viens de mentionner.

La région corticale de la masse médullaire présente beaucoup d'intérêt; son étude permet de se rendre compte du mode d'union des fibres du chiasma externe avec la substance ponctuée. Dans ce but, il est nécessaire d'observer comparativement des coupes horizontales et des coupes transversales.

En examinant une coupe horizontale, on remarque que toutes les fibres du chiasma, un peu avant leur terminaison, s'infléchissent toutes plus ou moins selon leur situation relative, pour aborder la masse médullaire normalement à sa surface.

Les fibres voisines de l'axe du ganglion n'ont point à modifier leur trajet. Les fibres périphériques qui courent tangen-

tiellement à la surface de la masse médullaire s'incurvent presque à angle droit pour y pénétrer.

Les fibres du chiasma ne s'enfoncent pas isolément dans la masse médullaire, elles y entrent en se groupant par petits faisceaux, qui après un court trajet disparaissent en se confondant avec la substance ponctuée après s'être toutefois divisés une ou plusieurs fois.

Dans sa région la plus superficielle de la masse médullaire et que l'on pourrait appeler corticale, la substance ponctuée observée en coupes horizontales (fig. 2) montre une striation parallèle à la surface et due à ce qu'il existe là une couche de fibrilles extrêmement fines courant d'avant en arrière, parallèlement à la surface. C'est cette première zone que les fibres du chiasma traversent tout d'abord.

Plus profondément, les faisceaux formés par les fibres du chiasma limitent entre eux des espaces irrégulièrement ovalaires, plus clairs que les parties voisines et qui se montrent marqués de points saillants, irrégulièrement groupés. L'examen d'une coupe transversale nous donne l'explication de cette image. Les espaces clairs ne sont autre chose que la section transversale de paquets fibrillaires courant perpendiculairement à la direction des fibrilles plus superficielles, c'est-à-dire dans des plans verticaux.

La masse médullaire externe est parcourue par un grand nombre de vaisseaux sanguins très délicats. Ceux-ci abordent la masse médullaire par sa face concave, s'enfoncent dans sa substance et y cheminent en suivant toujours un trajet radial par rapport aux surfaces. Dans un chapitre suivant nous reviendrons sur la disposition de ces vaisseaux; pour le moment, contentons-nous de dire que chacun d'eux se montre comme un fin tube à paroi propre, présentant de distance en distance un noyau à sa surface.

A part ces noyaux, on ne trouve dans la masse médullaire externe que des éléments cellulaires extrêmement rares; ceux-ci se présentent sous l'aspect de noyaux disséminés, privés de protoplasma et plongeant à même dans la substance ponctuée.

La masse médullaire externe est dépourvue d'enveloppe propre, mais à sa surface sont accumulés des noyaux en quantité assez considérable. Ces éléments ne m'ont paru présenter aucune différence notable avec les noyaux propres des fibres du chiasma. Ils sont nombreux et régulièrement répartis sur la surface concave de la masse médullaire, ils sont moins abondants sur la face externe et là se montrent groupés d'une manière spéciale. Ils s'accumulent en effet en grand nombre sur une ligne qui répond au grand méridien ou méridien vertical de la surface convexe de la masse médullaire; en dehors de cette ligne ils sont peu nombreux.

Centres nerveux ganglionnaires annexés à la masse médullaire externe. — A la masse médullaire externe sont annexés deux centres formés de cellules ganglionnaires et dont la disposition est des plus curieuses.

Je désigne le premier de ceux-ci sous le nom de *couronne ganglionnaire*, le second sous celui de *lobule antérieur* ou *à cellules géantes*.

Couronne ganglionnaire (fig. 1, 6, 10, 11, 14, 15, 20, 21, *cg*). — C'est par la dissection de pièces colorées au carmin qu'on obtient les renseignements les plus certains sur la configuration générale de cette partie.

Afin de bien faire comprendre au lecteur la disposition de cette intéressante couronne ganglionnaire, qu'il nous soit permis de revenir encore une fois sur la forme extérieure du chiasma externe. Celui-ci représente un solide qui serait formé de deux troncs de cône accolés par leurs petites bases. Le plus externe de ces deux troncs de cône et qui est en même temps le plus volumineux renferme les fibres nerveuses avant leur entre-croisement; le second renferme les fibres entre-croisées. Ce dernier, qui pour le moment nous intéresse plus particulièrement, est aplati d'avant en arrière et sa base est concave pour s'appliquer contre la surface convexe de la masse médullaire externe.

Ceci connu, il nous est facile de comprendre la disposition de la partie que nous décrivons. Cette couronne ganglionnaire

n'est autre chose qu'un revêtement de cellules nerveuses appliqué contre toute la surface libre du tronc de cône qui représente la région interne du chiasma.

La couronne ganglionnaire présente donc à étudier une face périphérique et une face centrale ; deux bords, un externe et un interne, qui tous deux sont elliptiques.

La surface périphérique de la couronne ganglionnaire est revêtue par la gaine conjonctive du ganglion. Sa surface centrale se trouve en contact avec la surface du tronc de cône que représentent les fibres du chiasma après leur entre-croisement.

Le bord externe de la couronne s'étend jusqu'au niveau du point d'entre-croisement des fibres du chiasma ; ce bord n'est point régulier, mais présente des incisures profondes. Le bord interne s'étend jusqu'au niveau du bord de la surface convexe de la première masse médullaire. Les deux bords sont amincis, la couronne est par conséquent plus épaisse à sa partie moyenne.

La forme de la couronne ganglionnaire étant connue, il est facile de se rendre compte des aspects qu'elle présente sur les différentes sortes de coupes pratiquées à travers le ganglion optique. Sur des sections horizontales passant au voisinage de son petit diamètre (fig. 1, 10, 12), le rasoir rencontre les parties antérieure et postérieure de la couronne, chacune d'elles se présente sous l'aspect d'un demi-croissant à concavité centrale. Entre chacun de ces croissants et la masse médullaire externe reste un espace rempli par les fibres de la partie interne du chiasma externe et qu'on pourrait appeler espace intra-coronal.

Sur des coupes transversales passant au voisinage de son grand diamètre, la couronne présente un aspect peu différent de celui que nous venons de décrire. Si, au contraire, les sections transversales passent par un plan éloigné du grand diamètre, soit en avant, soit en arrière de celui-ci, les images sont bien différentes ; la section de la couronne se montre (fig. 6) comme un grand croissant peu épais, très étendu de haut en bas et concave en dedans. Celui-ci est séparé de la

masse médullaire externe par un grand espace clair, c'est l'espace intracoronal, et de la lame ganglionnaire par une autre bande claire, laquelle représente la partie externe du chiasma externe vue en coupe.

Si enfin nous examinons des coupes verticales, nous voyons que la lame ganglionnaire se montre avec un contour elliptique, à grand diamètre vertical, entourant comme une bordure la masse médullaire externe, laquelle se montre aussi comme une ellipse sur ces sortes de sections. Tout autour de la masse médullaire, entre celle-ci et la couronne, nous trouvons l'espace intracoronal.

La couronne ganglionnaire est constituée entièrement par des cellules nerveuses unipolaires (fig. 14, 20, 21, *cg*). Celles-ci varient beaucoup quant à leur taille, pour la plupart elles sont petites, mais on en trouve quelques-unes de fort grandes.

Les éléments constitutifs de la couronne ne forment pas par leur assemblage une masse compacte; on remarque, en effet, des incisures profondes à la surface périphérique de la couronne ganglionnaire. Au voisinage du bord externe, ces incisures deviennent en bien des points assez profondes pour détacher des îlots de cellules (fig. 2, *a*), qui se trouvent ainsi plongés au sein même du chiasma. On voit, en effet, des paquets de fibres appartenant à ce dernier passer entre les îlots et la masse principale de la couronne (fig. 1 et 10).

Ces îlots, détachés du bord externe de la couronne, se montrent surtout nombreux en haut et en bas, c'est-à-dire vers les deux extrémités de l'ellipse que représente ce bord. En ces points, certains d'entre les îlots s'approchent beaucoup de la masse médullaire externe et se mettent presque en contact avec elle.

Les cellules nerveuses unipolaires constitutives de la couronne sont réunies par petits groupes et pressées intimement les unes contre les autres; entre ces groupes restent des espaces étroits remplis d'un fin réticulum conjonctif, dont les travées, garnies de noyaux rares et petits, vont se relier aux trames conjonctives de la gaine du ganglion.

La face centrale de la couronne est tapissée par un tissu d'aspect spécial (fig. 14, 21, *l*). C'est un feutrage de très fines fibrilles onduleuses, enchevêtrées et entremêlées de petits noyaux. La plupart de celles-ci courent en se dirigeant du bord externe vers le bord interne de la couronne. Cette sorte de feutrage me paraît être de nature conjonctive, car il se continue sans ligne de démarcation aucune avec la trame conjonctive (*tc*) qui revêt extérieurement toutes les parties nerveuses du ganglion.

Les cellules nerveuses constitutives de la couronne sont, avons-nous dit, toutes unipolaires, toutes ont leur pôle tourné vers la masse médullaire externe. De celui-ci naît un fin prolongement qui sort de la couronne et atteint l'espace intracoronal après avoir traversé la couche fibrillaire mentionnée plus haut. Les prolongements nerveux nés de la sorte traversent l'espace intracoronal, atteignent la surface convexe de la masse médullaire externe et s'enfoncent dans la substance de celle-ci pour y disparaître bientôt.

Dans leur trajet à travers l'espace intracoronal, les conducteurs nerveux ainsi issus de la couronne croisent les fibres du chiasma externe et circulent entre elles. Ils sont fort ténus et ce n'est que sur les coupes très minces qu'on peut bien les étudier. A leur surface sont appliqués quelques rares noyaux très fortement allongés.

Lobule antérieur ou *à cellules géantes* (fig. 1, 10, 21, *la*). — Dans la région antérieure du ganglion optique, en dedans du bord interne de la couronne, nous rencontrons un gros lobule formé de cellules ganglionnaires. Il a une forme assez irrégulière et s'étend vers l'axe du ganglion, de manière à venir recouvrir en dedans le bord arrondi de la masse médullaire externe; il est d'ailleurs entièrement séparé de celui-ci ainsi que de la couronne et des autres parties voisines par une épaisse enveloppe conjonctive qui le revêt complètement. De cette dernière partent de fines travées, portant à leur surface de petits noyaux; celles-ci, en s'anastomosant entre elles, cloisonnent l'intérieur du lobule en un certain nombre de

logettes, dans chacune desquelles nous trouvons une cellule nerveuse unipolaire. Dans la partie externe du lobule, les éléments nerveux atteignent une taille vraiment gigantesque, ils sont presque visibles à l'œil nu; leur dimension diminue à mesure qu'on arrive vers la partie interne du lobule. Même dans cette région, ils présentent une taille encore considérable et sont plus volumineux que les plus grands éléments de la couronne ganglionnaire. Dans la partie interne du lobule, les cloisons cessent peu à peu d'être visibles, et les cellules paraissent accolées les unes aux autres directement et sans l'interposition d'aucune trame conjonctive.

Par sa face centrale, c'est-à-dire regardant la masse médullaire externe, le lobule antérieur reçoit un paquet volumineux de fibres nerveuses. Ces dernières, ayant pénétré dans le lobule, se dissocient et se rendent chacune à une des cellules unipolaires constitutives de celui-ci.

Remontons maintenant vers l'origine de ces fibres que nous venons de voir pénétrer dans le lobule. Ces dernières sortent isolément de la lame ganglionnaire exactement comme les fibres du chiasma externe. Mais, au lieu de naître comme ces dernières de toute la surface interne de la lame, elles naissent seulement sur la partie postérieure de cette surface; elles ne se distinguent d'ailleurs des fibres du chiasma par aucun caractère histologique. Les fibres destinées au lobule suivent la même direction que les fibres postérieures du chiasma avec lesquelles elles naissent, c'est-à-dire qu'elles se portent de dehors en dedans et d'arrière en avant, puis pénètrent dans la région de l'espace intracoronal situé en avant de la masse médullaire externe; par conséquent dans ce trajet elles s'entre-croisent avec celles des fibres du chiasma qui sortent de la région antérieure de la lame ganglionnaire. A mesure que les fibres destinées au lobule avancent davantage vers leur terminaison, elles se rapprochent de plus en plus; quand elles sont arrivées dans l'espace intracoronal, elles forment un paquet unique à contour bien distinct. Elles cheminent dans cet espace en courant parallèlement à la surface convexe

de la masse médullaire, pour gagner ainsi le lobule antérieur où nous les avons vues se terminer.

Ainsi le lobule antérieur est physiologiquement uni à la lame ganglionnaire; et bien qu'au point de vue topographique il semble appartenir à la masse médullaire externe, c'est pourtant en réalité de la lame dont il dépend.

Chiasma interne (fig. 1, 6, 10, 11, 15, 20, *chi*). — Cette région est composée par l'ensemble des fibres nerveuses qui réunissent la masse médullaire externe avec la masse médullaire interne et aussi avec d'autres parties plus profondes.

Le chiasma interne présente une surface externe convexe correspondant à la masse médullaire externe, et une surface interne concave répondant à la face convexe de la masse médullaire interne. La face postérieure du chiasma est assez étendue et présente un enfoncement s'étendant de haut en bas comme un sillon profond; sa face antérieure, au contraire, est très peu développée, ce qui tient à l'obliquité de la masse médullaire interne.

Les fibres du chiasma interne naissent de toute la surface concave de la masse médullaire externe; celles qui proviennent de la région antérieure se portent en arrière, celles qui viennent de la région postérieure se portent en avant; il en résulte un entre-croisement de fibres analogue à celui que nous décrivions dans le chiasma externe.

La plupart des fibres du chiasma interne vont gagner la surface externe convexe de la masse médullaire interne et s'y enfoncent, mais toutes n'ont point cette destinée.

En effet, un faisceau de fibres assez volumineux né de la partie antérieure de la face concave de la masse médullaire externe, contourne d'avant en arrière la surface convexe de la masse médullaire interne sans s'unir avec elle, puis se divise en deux faisceaux, un antérieur et un postérieur. Le premier (fig. 11) de ceux-ci se jette dans la masse médullaire terminale et y disparaît, le second (fig. 10) vient s'appliquer intimement contre la face postérieure de cette masse, la longe sans se

mêler à elle, et se continue ensuite avec les fibres du nerf optique.

Ainsi les fibres nerveuses issues de la masse médullaire externe ne se rendent pas toutes à la masse médullaire interne, un certain nombre d'entre elles ont un sort différent et vont directement se jeter, les unes dans la masse terminale, les autres dans le nerf optique.

Il nous reste encore à ajouter quelques détails à la description du chiasma interne. Les fibres qui le composent sont beaucoup plus fines que celles du chiasma externe, et elles sont entremêlées de noyaux nombreux; ceux-ci sont très abondants immédiatement en dedans de la masse médullaire externe, et constituent, par leur accumulation, une zone épaisse. Il est à remarquer que les noyaux ne sont abondants que dans la région externe du chiasma, laquelle renferme, ainsi que nous le savons, les fibres avant leur entre-croisement.

Masse médullaire interne (fig. 1, 6, 10, 11, 15, *me*). — Bien que très compliquées, la forme et l'orientation de cette partie sont faciles à reconnaître par la dissection, mais il est plus difficile de les décrire; nous tenterons pourtant de le faire, en schématisant un peu.

La masse médullaire interne a la forme d'un plateau épais sensiblement circulaire, convexe en dehors et concave en dedans. Le plan qui la renferme est fortement oblique d'arrière en avant et de dedans en dehors; il en résulte que la masse que nous décrivons est plus rapprochée de la masse médullaire externe par sa partie antérieure que par sa partie postérieure. Ceci nous explique la différence d'étendue qu'on remarque entre les faces antérieure et postérieure du chiasma interne.

Par sa partie postérieure, la masse médullaire interne est rattachée à la masse terminale à l'aide d'une tige courte et épaisse que nous désignerons sous le nom de *pédoncule de la masse médullaire interne*. La structure intime de la masse

interne est la même que celle de la masse externe, aussi ne nous arrêterons-nous pas à la décrire.

Les fibres du chiasma interne se comportent, par rapport à la masse interne, comme les fibres du chiasma par rapport à la masse correspondante.

Pédoncule de la masse médullaire interne (fig. 6, 12, 15, *pmi*). — Cet organe se présente sous l'aspect d'une tige courte et épaisse, un peu aplatie d'avant en arrière. Il sert à réunir la masse médullaire interne à la partie postérieure de laquelle elle s'insère avec la masse terminale. Qu'on l'examine soit à l'œil nu, soit sur des coupes microscopiques, on reconnaît qu'elle se continue sans ligne de démarcation tranchée avec l'une et l'autre de ces deux parties.

Il est formé d'une substance ponctuée qui se continue avec le tissu des deux organes qu'elle sert à réunir. Au sein de cette substance on trouve des fibrilles très fines; elles se rendent à la masse terminale, dans le tissu de laquelle elles s'enfoncent sous forme d'un paquet qu'on peut y suivre assez profondément.

Le pédoncule part, avons-nous dit, de la partie postérieure de la masse interne, et se rend à la partie postérieure de la masse terminale; il en résulte qu'entre ces deux organes existe une encoche profonde bien visible sur les coupes horizontales (fig. 15), elle est ouverte en avant et limitée en arrière par le pédoncule. Cette encoche est remplie en partie par une trame conjonctive, en partie par les centres ganglionnaires annexés à la masse interne, et dont nous allons nous occuper maintenant.

Écorce ganglionnaire annexée à la masse médullaire interne (fig. 1, 6, 10, 11, 12, 15, *emi*). — Le bord libre de la masse médullaire interne est enveloppé en avant, en haut, en bas, mais non en arrière (point d'où naît le pédoncule), par une écorce ganglionnaire. Celle-ci se prolonge en outre contre la face interne de la masse et vient ainsi occuper l'encoche dont nous avons parlé; mais elle ne remplit pas cette der-

nière dans son entier, elle en occupe seulement l'entrée sans s'avancer jusqu'au contact du pédoncule.

L'écorce ganglionnaire est revêtue extérieurement par une trame conjonctive lâche se continuant avec le revêtement général du ganglion et comblant l'espace laissé libre dans l'encoche. C'est un tissu analogue, mais à fibres plus serrées, qui sépare l'écorce d'avec la masse médullaire.

Les éléments constitutifs de l'écorce sont des cellules nerveuses unipolaires; la plupart de celles-ci sont petites, pourtant dans la partie la plus voisine du pédoncule elles deviennent volumineuses et constituent là un lobule assez nettement limité et cloisonné par des lamelles conjonctives. De chaque cellule part un prolongement; il traverse la trame conjonctive qui sépare l'écorce d'avec la masse médullaire et va se jeter isolément dans cette dernière. Les prolongements des cellules de l'écorce sont extrêmement fins; on ne peut les voir que sur des coupes très minces, fortement colorées, et en employant des objectifs puissants.

Les faits indiqués plus haut nous montrent que l'écorce ganglionnaire joue, par rapport à la masse médullaire interne, un rôle analogue à celui que la couronne ganglionnaire joue par rapport à la masse externe.

Masse médullaire terminale (fig. 1, 6, 10, 11, 15, *mt*). — C'est la partie la plus volumineuse du ganglion optique, c'est aussi la plus complexe et la plus mal connue; examinons-la après nous être débarrassés de l'enveloppe fibreuse du ganglion; elle se présente comme un corps arrondi, allongé de dehors en dedans, s'unissant d'une part au pédoncule de la masse médullaire interne, d'autre part au nerf optique. Elle présente une forme cylindrique irrégulièrement bosselée; raclons sa surface avec un scalpel ou les poils raides d'un pinceau, nous la débarrasserons ainsi d'une sorte de pulpe qui l'enveloppe et que l'examen microscopique nous montre composée de cellules nerveuses : c'est l'*écorce ganglionnaire de la masse médullaire terminale*. Une fois écorcée, la masse

médullaire terminale nous montrera les détails de sa forme.

Elle est divisée par une scissure en deux parties distinctes, ou *balles* (1) : l'une est supérieure, l'autre inférieure. La première est fusiforme, son grand axe répond à celui du ganglion et continue la direction du nerf optique et du pédoncule; elle sert, en effet, de trait d'union entre ces deux parties.

La balle inférieure, se trouvant en dehors de l'axe du nerf optique, paraît surajoutée à la balle supérieure; elle est plus globuleuse, plus bossuée que cette dernière; elle la surpasse un peu en volume et s'étend davantage en dehors et en dedans. Tandis que la balle supérieure est plus renflée vers sa partie interne, le contraire a lieu pour la balle inférieure.

Nous l'avons vu plus haut, la limite des deux balles est indiquée par une scissure profonde, le trajet de celle-ci est facile à comprendre : la scissure commence immédiatement au-dessous du point où le nerf optique se jette dans la masse terminale; elle se continue sur la face antérieure de cette dernière, passe au-dessous du pédoncule, revient sur la face postérieure de la masse terminale pour regagner son point de départ. Le tracé de la scissure a donc la forme d'une ellipse très allongée de dedans en dehors. Si nous coupons la masse terminale perpendiculairement à son axe, si nous opérons par conséquent une section verticale, la scissure se montre sous forme de deux encoches, une antérieure, l'autre postérieure, échancrant le bord de la coupe; nous désignerons la première sous le nom de *sillon antérieur* (fig. 4, 5, 7, 13, 16, 17, *sa*), la seconde sous celui de *sillon postérieur* (fig. 4, 5, 12, 13, 16, 17, *sp*).

La balle supérieure est indivise et ne présente aucun enfoncement ni aucune saillie notable; il n'en est plus de même de la balle inférieure, cette dernière est creusée de plusieurs sillons, dont le plus important est situé sur la face antérieure.

(1) J'emprunte ce mot à la nomenclature du cerveau et des ganglions des Articulés, où il sert à désigner des amas de substance ponctuée.

Nous le retrouverons sur nos coupes et nous le désignerons sous le nom de *sillon intermédiaire* (fig. 4, 13, *si*).

La limite des deux balles constitutives de la masse terminale ne serait pas toujours facile à saisir sur les coupes microscopiques, si nous n'avions dans les sillons des repères excellents. Aussi, pour bien comprendre les détails qui vont suivre, faut-il toujours avoir leur disposition présente à l'esprit.

Pour observer la forme précise de la masse terminale, nous avons, ainsi que je l'ai dit, dû lui faire subir un raclage à l'aide du pinceau ou du scalpel; c'est qu'en effet elle est presque entièrement enveloppée par une pulpe qui comble les sillons et qui n'est autre qu'une écorce ganglionnaire. Celle-ci, entièrement formée de cellules nerveuses unipolaires, est divisée en un certain nombre de lobules, de chacun desquels naît un paquet de fibres qui va se jeter dans la masse terminale.

Il est à remarquer que ces paquets de fibres entrent tous dans la masse terminale en s'enfonçant dans un des sillons. Ainsi à chaque sillon répond un certain nombre de lobules; nous pouvons par conséquent classer ces derniers d'après le sillon dans lequel chacun d'eux envoie le paquet de fibres auquel il donne naissance. Nous aurons donc des lobules antérieurs, postérieurs et intermédiaires, répondant aux sillons antérieur, postérieur, intermédiaire.

Connaissant maintenant la constitution générale de la masse médullaire terminale, nous pouvons aborder l'étude particulière des parties qui la composent.

Balle supérieure. — La balle supérieure reçoit, avons-nous dit, en dedans le nerf optique, et se continue en dehors avec le pédoncule de la masse médullaire interne. Quand on l'examine sur une coupe, on reconnaît qu'elle est composée par une substance ponctuée, peu homogène, se montrant sous l'aspect d'un feutrage fibreux à trame peu serrée. Dans cette substance ponctuée on voit circuler dans toutes les directions des paquets de fibrilles nerveuses plus ou moins nettement

limités, souvent après s'être anastomosés ou décomposés en paquets plus petits, on les voit se perdre au milieu du feutrage que constitue la substance ponctuée. Parmi ces paquets de fibrilles, les uns proviennent du nerf optique, les autres du pédoncule, des lobules ganglionnaires constitutifs de l'écorce, de la balle inférieure; ou bien encore ce sont des faisceaux fibrillaires qui, parcourant la balle supérieure sans en sortir, servent à réunir deux régions de celle-ci. Nous décrirons successivement les divers paquets de conducteurs nerveux que reçoit la balle supérieure, en commençant par le plus important de tous : le nerf optique.

Rapports du nerf optique avec la balle supérieure. — Le nerf optique, examiné à mi-chemin entre le ganglion et le cerveau, se présente sous l'aspect d'un cordon cylindrique, il est protégé par une gaine fibreuse épaisse et très résistante ; mais cette dernière n'est pas en contact direct avec les éléments nerveux, elle en est séparée par une couche de tissu conjonctif lâche se présentant sous l'aspect d'un réseau à grandes mailles. Quand on examine le nerf optique sur une section transversale, on remarque qu'il est formé par un paquet de tubes nerveux; ceux-ci varient beaucoup dans leur taille. Chacun d'eux se montre en coupe comme un cercle limité par un contour réfringent, simple quand l'élément est de petite taille, double au contraire quand celui-ci est de grande dimension. Dans l'épaisseur de ce contour, qui représente la coupe de la paroi du tube, on trouve de petits noyaux propres à cette sorte de conducteurs nerveux.

Dans l'intérieur même du paquet de tubes, on trouve un faisceau cylindrique volumineux parfaitement limité, formé non plus par des tubes, mais par la réunion d'un nombre considérable de ces conducteurs nerveux extrêmement fins que nous avons décrits au commencement de ce travail sous le nom de *fibres fibrilloïdes*.

Le faisceau qui s'étend dans toute la longueur du nerf peut être suivi depuis le centre du cerveau, où il prend naissance, jusqu'à l'intérieur de la masse terminale du ganglion optique,

où il se termine. Bien qu'entouré de toute part par des tubes nerveux, le faisceau de fibres fibrilloïdes n'occupe pas l'axe du nerf, et il est fortement rejeté en avant et un peu en bas. Les tubes nerveux qui entrent dans la constitution du nerf optique sont disposés par groupes, laissant entre eux d'étroits espaces remplis par un tissu conjonctif délicat; celui-ci n'est qu'une expansion de la trame conjonctive qui revêt intérieurement la gaine fibreuse du nerf.

Nous aurons à parler souvent de ces deux paquets de conducteurs nerveux, d'aspects si différents, qui composent le nerf optique ; nous désignerons l'un sous le nom de faisceau fibrillaire, l'autre sous celui de faisceau de tubes, pour rappeler leur constitution histologique.

Au moment où il approche du ganglion optique, le nerf se renfle (fig. 7), sa gaine s'évase pour se continuer avec la gaine du ganglion. Le faisceau de tubes s'élargit aussi et se montre dissocié en nombreux fascicules séparés les uns des autres par des espaces remplis de tissu conjonctif à larges mailles. Le faisceau fibrillaire ne change pas d'aspect, mais il modifie légèrement sa situation : d'antérieur qu'il était, il devient inférieur; en même temps il s'isole complètement des tubes. A ce niveau le nerf s'offre en coupe avec l'aspect suivant : le faisceau de tubes a la forme d'un croissant, embrassant par sa concavité tournée en bas, le faisceau fibrillaire non modifié.

Par son extrémité interne qui est plane et bien limitée, la balle supérieure reçoit le faisceau de tubes, décomposé, ainsi que nous l'avons dit, en nombreux fascicules. Les tubes nerveux entrent dans la substance ponctuée en conservant leur caractère, ils s'y laissent suivre sur un court espace, puis disparaissent sans que j'aie pu me rendre compte de leur mode de terminaison. Ce sont seulement les tubes les plus centraux qui abordent la balle supérieure par son extrémité interne, les autres s'avancent à quelque distance sur les faces supérieure, antérieure et postérieure, puis ils s'enfoncent obliquement dans la substance ponctuée. On conçoit que parmi ces tubes destinés aux faces de la balle, ce sont les plus périphé-

riques qui ont leur point de terminaison situé le plus loin de l'extrémité interne de la balle. Ceci nous explique l'aspect qu'offre cette dernière quand on l'examine à quelque distance de son extrémité interne sur des coupes verticales (fig. 5) ; sur de telles sections on voit que la balle supérieure est entourée par une zone de tubes nerveux dont les plus centraue sont déjà enveloppés de toute part par la substance ponctuée. Au centre même de la balle nous trouvons encore quelques petits groupes de tubes bien reconnaissables ; ceux-ci ont pénétré par la face interne de la balle et ne sont point encore fusionnés avec la substance ponctuée.

Le faisceau fibrillaire disparaît moins vite que le faisceau de tubes et il a une destinée différente ; il s'enfonce dans la partie inférieure de la balle supérieure sans changer sa direction, continue quelque temps à marcher ainsi de dedans en dehors, sans perdre ni sa forme cylindrique ni son autonomie (fig. 1), puis subitement il s'incurve en bas à angle droit et pénètre dans la balle inférieure (fig. 5) ; à peine y est-il entré, que ses fibrilles constitutives s'écartent, se dissocient et se fusionnent avec la substance ponctuée.

Outre les conducteurs nerveux qui lui sont fournis par le nerf optique, la balle supérieure reçoit des paquets de fibres qui proviennent : 1° du pédoncule ; 2° du chiasma interne ; 3° de la balle supérieure ; 4° de l'écorce ganglionnaire. Nous réserverons l'étude de ces deux derniers groupes de fibres aux paragraphes spéciaux consacrés à la balle supérieure et à l'écorce ganglionnaire.

Rapports de la balle supérieure avec le pédoncule de la masse médullaire interne. — La balle supérieure s'effile à son extrémité interne et se continue sans ligne de démarcation avec le pédoncule (fig. 6 et 15). Quand on examine celui-ci sur des coupes verticales, on voit qu'il est composé par une substance ponctuée analogue à celle qui constitue la balle supérieure (fig. 12). Si les coupes sont horizontales ou transversales, c'est-à-dire parallèles à l'axe du pédoncule, on reconnaît que celui-ci est formé de nombreuses fibrilles qui naissent

de la masse médullaire interne, s'enfoncent dans la balle supérieure, pour y disparaître après un court trajet.

Rapports des fibres du chiasma interne avec la balle supérieure. — Nous avons vu plus haut que parmi les fibres auxquelles donne naissance la masse médullaire externe et qui constituent le chiasma interne, il en est quelques-unes qui ne se jettent pas dans la masse médullaire interne. De la partie antérieure de la face concave de la masse externe naît en effet un faisceau de fibres, qui se porte en arrière et contourne la surface convexe de la masse interne sans s'y enfoncer. Arrivé là, le faisceau en question s'accole à la partie postérieure de la masse terminale, et chemine dans le sillon postérieur que représente celle-ci; après avoir ainsi marché quelque temps, il s'enfonce dans la substance ponctuée, mais aussitôt se décompose en deux paquets secondaires. Le premier se recourbe en avant et disparaît bientôt dans la balle supérieure. Le second continue la route du faisceau principal sans s'enfoncer davantage dans la substance ponctuée, ni se confondre avec cette dernière, qui l'enveloppe seulement en partie. Il atteint ainsi la partie la plus interne de la balle, puis en sort pour se continuer dans l'intérieur du nerf optique sous l'aspect d'un fascicule de fins tubes nerveux. Quand, en effet, à l'aide d'un objectif puissant, on examine, en le suivant de dehors en dedans, le paquet de fibres que nous venons de décrire, on voit les fines fibres qui le composent à sa naissance être peu à peu remplacées par des tubes nerveux. Les faits que je viens d'indiquer sont faciles à constater sur des coupes horizontales telles que celles que j'ai figurées (fig. 10 et 11, *fch*); on les contrôle aussi sur des coupes verticales passant par des plans peu éloignés de l'extrémité interne de la masse terminale; sur des sections pratiquées dans ces conditions on observe dans le sillon postérieur la coupe d'un gros faisceau cylindrique (fig. 4, 16, 17, 18, *fch*); d'autant plus rapproché de la masse terminale que les coupes sont plus internes; c'est là le faisceau que nous venons de décrire.

Balle inférieure (fig. 4, 5, 7, 13, 16, 17, 18, *bi*). — J'ai

décrit plus haut la forme de la balle inférieure et indiqué le sillon principal qui creuse sa surface (sillon intermédiaire); il est inutile d'y revenir de nouveau, occupons-nous seulement de sa structure intérieure. La substance ponctuée constitutive de la balle inférieure est beaucoup plus dense que celle de la balle supérieure; elle ne s'offre plus avec l'aspect d'un feutrage lâche, mais se montre au contraire avec une texture homogène.

Dans la balle inférieure, comme dans la supérieure, circulent de nombreux paquets de fibrilles; ceux-ci proviennent: 1° du nerf optique; 2° de la balle supérieure; 3° des lobules ganglionnaires annexés à la masse terminale. Nous étudierons ces derniers seulement en décrivant l'écorce ganglionnaire.

Rapport de la balle inférieure avec le nerf optique. — La balle inférieure reçoit le faisceau fibrillaire du nerf optique. Celui-ci, après avoir pénétré dans la balle supérieure sans se mêler à la substance de cette dernière, se recourbe brusquement en bas, ainsi que nous l'avons dit plus haut, et s'enfonce dans la balle inférieure (fig. 5). Aussitôt après, ses fibrilles constitutives s'écartent les unes des autres, se fusionnent avec la substance ponctuée et y disparaissent. Il est à remarquer que le faisceau fibrillaire n'aborde pas la balle inférieure à son extrémité, mais bien à un point situé notablement plus en dehors.

Rapports de la balle inférieure avec la balle supérieure. — Ces deux parties sont unies l'une à l'autre par un très grand nombre de faisceaux de fibrilles orientés dans tous les sens. Un seul de ces faisceaux, à cause de sa taille considérable et de sa structure spéciale, mérite une description particulière.

Quand on examine (fig. 18) la masse terminale sur une coupe verticale pratiquée non loin de son extrémité interne, on remarque que la balle inférieure est divisée en deux parties très distinctes, l'une supérieure, l'autre inférieure, profondément séparées par le sillon intermédiaire. La partie inférieure présente deux régions, une centrale circulaire, formée de substance ponctuée qui paraît comme grenue, une corticale,

constituée au contraire par une substance homogène. En comparant les coupes horizontales aux verticales, on reconnaît que cette région, circulaire en coupe, répond à un corps sphérique dont le tissu diffère de la substance ponctuée voisine.

Vers l'extrémité externe de la masse terminale on voit naître de la surface de cette sphère une grande quantité de fibrilles qui se groupent en un faisceau ; celui-ci se porte en haut et pénètre dans la balle supérieure, où il disparaît.

Écorce ganglionnaire de la masse médullaire terminale. — La masse médullaire terminale est presque entièrement revêtue par une écorce ganglionnaire, qui comble complètement les sillons qui sont creusés à sa surface.

L'écorce ganglionnaire est formée par la réunion d'un certain nombre de lobules, composées eux-mêmes de la réunion d'un nombre plus ou moins grand de cellules nerveuses unipolaires. Les prolongements des cellules de chaque lobule se réunissent pour constituer un faisceau fibrillaire qui pénètre plus ou moins profondément dans la masse terminale pour se fusionner ensuite avec la substance ponctuée de la balle supérieure ou de la balle inférieure. Il est à remarquer que les sillons tracés à la surface de la masse terminale constituent le lieu d'entrée des faisceaux fibrillaires fournis par les lobules. On peut donc classer ceux-ci d'après les sillons auxquels ils correspondent. Aussi aurons-nous à décrire des lobules antérieurs, postérieurs et intermédiaires, répondant aux sillons de même nom. Les lobules d'un même sillon seront distingués par leur numéro d'ordre, en les comptant de dehors en dedans. Avant d'aborder la description particulière des lobules, il me faut encore donner un détail sur leur structure histologique. Les cellules unipolaires qui entrent dans la constitution des lobules sont de tailles très variables ; dans certains lobules les grands éléments prédominent ; dans d'autres ce sont les petits, mais aucun d'eux ne m'a paru composé de cellules uniformes.

Lobules du sillon antérieur. — Au sillon antérieur correspondent cinq lobules.

Le premier lobule antérieur (fig. 4, 16, 17, 18, A_1) se trouve situé vers l'extrémité externe de la masse médullaire. En dehors le faisceau de fibres auquel il donne naissance est simple, en dedans il est double, c'est-à-dire composé de deux fascicules distincts; il s'enfonce entre les deux balles, mais paraît surtout destiné à l'inférieure.

Le second lobule antérieur (fig. 13, A_2) est situé assez loin du précédent; son faisceau s'enfonce entre les deux balles, puis, arrivé presque jusqu'au sillon postérieur en perforant ainsi la masse terminale presque dans toute sa largeur, se jette ensuite dans la balle inférieure.

Les fibres du troisième lobule antérieur sont également destinées à la balle inférieure; on peut les suivre jusqu'au centre de celle-ci.

Les fibres du quatrième lobule se comportent comme celles du précédent.

Le cinquième lobule (fig. 7, A_5) est très volumineux, il revêt la partie interne de la masse terminale et s'étend dans l'espace compris entre le nerf optique et l'extrémité interne de la balle inférieure; il émet un gros paquet de fibres, qui s'enfonce dans la balle supérieure.

Les *lobules postérieurs* sont au nombre de trois.

Le premier (fig. 4, 10, 11, 12, 15, 16, P_1), qui est très volumineux, est situé tout à fait à l'extrémité externe de la masse terminale; il est presque exclusivement composé de petites cellules, il donne naissance à un très gros paquet de fibres. Celui-ci pénètre dans le sillon postérieur, passe immédiatement au-dessus du faisceau formé par les fibres du chiasma destinées à la balle terminale, en en croisant la direction, puis se jette dans la balle inférieure.

Le deuxième lobule postérieur (fig. 15, P_2) est situé immédiatement en dedans du précédent; il est petit, composé seulement de quelques cellules très grosses; les fibres qu'il émet se jettent dans la balle inférieure.

Le troisième lobule postérieur (fig. 5, P_3) est assez étroit, mais très allongé; il comble toute la partie du sillon postérieur

qui s'étend en dedans du lobule précédent. Ses fibres se rendent à la balle supérieure.

Les *lobules intermédiaires* (fig. 4, 13, I_2) sont au nombre de trois; les fibres qu'ils fournissent sont toutes destinées à la balle supérieure.

CIRCULATION DU SANG DANS LE GANGLION OPTIQUE.

La distribution des vaisseaux sanguins dans l'intérieur du ganglion optique ne peut être étudiée qu'avec l'aide des injections.

J'ai employé comme masse tantôt la gélatine carminée, tantôt le bleu de Prusse soluble; je poussais l'injection par l'artère céphalique, afin de ne pas être dans la nécessité de remplir les vaisseaux de l'animal entier. La première chose que nous apprend la méthode des injections, c'est que l'œil composé n'est pas nourri directement par le liquide sanguin. Si pénétrante que soit la masse que j'ai employée, jamais elle n'a franchi la limitante interne de l'œil, et pourtant il m'est arrivé souvent de maintenir la pression assez longtemps pour déterminer le passage du liquide coloré dans les lacunes du pédoncule oculaire.

Si l'œil composé ne reçoit pas de vaisseaux, en revanche le ganglion optique en est richement pourvu. On reconnaît aisément, par une simple dissection, que le ganglion optique reçoit deux artères principales, qui proviennent de l'artère ophthalmique. La première est située à la face supérieure du ganglion optique; elle pénètre à l'intérieur de cet organe en perçant sa gaine au niveau de la partie moyenne de la masse médullaire terminale; la seconde, un peu plus volumineuse, longe la face antérieure du ganglion et y pénètre au niveau du chiasma externe.

Chemin faisant, les artères dont je viens de parler émettent de nombreuses branches, qui rampent à la surface de la gaine du ganglion. Une fois qu'elles ont atteint la substance de ce dernier, les deux artères principales se divisent en un très

grand nombre de branches qu'il est impossible de suivre par la dissection, et dont la destination dernière ne peut être reconnue qu'à l'aide du microscope. Sur les coupes, nous rencontrons à la surface de la masse médullaire terminale une riche arborisation vasculaire. De celle-ci partent des branches nombreuses qui se rendent à l'écorce ganglionnaire et qui pénètrent au sein des balles de substance ponctuée ; là elles se ramifient sans régularité en capillaires extrêmement fins. On remarque toutefois que dans la masse médullaire les vaisseaux suivent généralement la direction des paquets de fibres nerveuses.

Appliqués contre la face interne de la masse médullaire interne, nous rencontrons une abondance de gros vaisseaux. De ceux-ci partent des branches qui pénètrent dans la masse médullaire et la parcourent directement de dehors en dedans ; durant ce trajet, ils se ramifient d'une manière dichotomique assez régulière.

Leurs branches ultimes sont très fines et se perdent dans la substance ponctuée; pourtant quelques-unes d'entre elles atteignent le chiasma interne et s'y distribuent; mais cette partie de l'appareil visuel n'est que peu vascularisée. A la face interne de la masse médullaire, nous trouvons un réseau de gros vaisseaux, il en part des branches nombreuses qui s'enfoncent dans celle-ci, puis se dirigent en dehors en rayonnant vers sa face convexe. Elles se divisent dichotomiquement en branches de plus en plus grêles, qui toujours conservent une direction normale par rapport aux surfaces de la masse médullaire; ainsi se trouve constituée une arborisation des plus élégantes. Celles de ces branches qui ne se terminent point au sein de la substance ponctuée vont se jeter dans de gros vaisseaux, qui rampent et s'anastomosent à la surface de la masse médullaire, pour constituer là un réseau à larges mailles.

Les portions interne et moyenne du chiasma externe sont très peu vascularisées ; en revanche, la portion externe, ce même chiasma renferme un grand nombre de gros troncs qui, en s'anastomosant, forment un réseau situé à quelque

distance en dedans de la lame ganglionnaire. De celui-ci partent des branches qui, après s'être divisées une ou deux fois, pénètrent dans la couche des cellules ganglionnaires, dont elles atteignent la surface externe; là elles se réunissent entre elles par des anastomoses et forment ainsi un riche réseau qui sépare la couche moléculaire d'avec la couche des cellules ganglionnaires.

De ce réseau partent des troncs grêles peu nombreux, qui traversent, presque sans se ramifier, la couche moléculaire en suivant la direction des paquets de fibrilles constitutifs de celles-ci. Ces troncs s'anastomosent de nouveau les uns avec les autres pour former un réseau qui s'étend entre la couche moléculaire et la couche à noyaux, en empiétant surtout sur cette dernière. De ce nouveau réseau partent des vaisseaux qui traversent la couche à noyaux, atteignent sa surface sur laquelle ils s'étalent en se ramifiant et s'anastomosant pour constituer là un lacis vasculaire des plus riches. De celui-ci se détachent en dehors quelques capillaires grêles, qui suivent à quelque distance la direction des fibres post-rétiniennes. Mais la couche des fibres post-rétiniennes n'est pas irriguée uniquement par ces capillaires dont nous venons de parler, elle reçoit en outre de gros vaisseaux qui proviennent probablement de l'artère antérieure du ganglion. Ceux-ci se montrent dans la région moyenne de la couche des fibres post-rétiniennes, coupés sous toutes les incidences. Ils émettent des branches nombreuses qui se dirigent en dehors et se ramifient en suivant la direction des fibres nerveuses; ils atteignent ainsi la limitante de l'œil, ils se divisent alors et s'anastomosent en rampant à la face interne de cette membrane. Ils forment là un réseau des plus riches et des plus serrés, dont chaque maille est si étroite, qu'elle enserre exactement chaque fibre post-rétinienne au moment où elle s'engage dans l'épaisseur de la limitante pour gagner le rhabdome correspondant. Les vaisseaux qui forment le lacis que nous décrivons m'ont paru dépourvus de membrane propre et limités seulement par la trame conjonctive qu'on rencontre en

dedans de la limitante. On comprend facilement le but de la disposition que je viens de faire connaître. Il est nécessaire que le sang soit apporté à profusion en arrière de la limitante, puisque l'œil composé, cet organe si volumineux, ne reçoit aucun vaisseau et doit se nourrir seulement grâce aux liquides qui diffusent à travers la membrane qui le sépare comme une barrière d'avec le reste de l'organisme.

CHARPENTE FIBREUSE PROTECTRICE DE L'APPAREIL VISUEL.

Cette charpente comprend deux parties bien distinctes, quoique intimement unies l'une à l'autre; ce sont : 1° la *sclérotique;* 2° l'*enveloppe du ganglion.*

La sclérotique. — C'est un diaphragme fibreux étendu en arrière de l'œil composé et percé à son centre d'un orifice pour donner passage au ganglion optique. Par son bord périphérique, la sclérotique s'attache à la paroi du pédoncule oculifère au niveau même du bord cornéen, et se continue avec le derme qui double intérieurement le pédoncule. Par le bord de l'orifice qu'elle présente à son centre, elle se continue en dedans sans ligne de démarcation avec l'enveloppe du ganglion optique. Quand, en attaquant par la cornée un pédoncule oculifère préalablement durci dans l'alcool, on enlève par la dissection, successivement, l'œil composé, la limitante et toutes les parties nerveuses du ganglion qui se présentent sous la pince, on met à découvert la surface externe tout entière de la sclérotique (fig. 2, *B* du texte). On remarque que celle-ci se déprime un peu en dedans comme un entonnoir évasé, et qu'elle présente à son centre un orifice fortement elliptique. Le grand axe de ce dernier est dirigé de haut en bas, c'est-à-dire dans un plan perpendiculaire à celui qui comprend le grand diamètre de la cornée (1). La sclérotique ainsi observée par sa face externe présente à étudier deux

(1) Le grand diamètre du trou répond par conséquent au grand diamètre de la masse médullaire externe.

régions bien distinctes : une centrale et une périphérique. La première se présente comme un bourrelet épaissi formé de fibres annulaires et entourant l'orifice central comme un sphincter. La seconde est plus délicate et est formée de fibres qui vont en rayonnant, du bord externe du sphincter vers le bord de la cornée, où elles s'insèrent. Entre les fibres rayonnantes, on observe un pigment noirâtre, irrégulièrement réparti et dont l'abondance varie avec les individus.

Les rapports qui s'établissent entre la sclérotique et la limitante sont très importants à connaître; pour les faire comprendre, il est nécessaire que nous rappelions en deux mots la forme de celle-ci. La limitante qui sépare l'œil du reste de l'organisme présente deux parties : une centrale et une périphérique. La première est fortement bombée et s'avance comme un dôme hémisphérique dans la chambre oculaire; c'est sur elle que les yeux élémentaires s'appuient par leur extrémité terminale. La seconde est sensiblement plane, et c'est sur elle que sont couchés les yeux élémentaires les plus périphériques.

La partie périphérique de la sclérotique est en rapport immédiat avec la portion correspondante de la limitante et lui sert de doublure. Par leur partie centrale, la limitante et la sclérotique n'ont aucun rapport immédiat, mais elles concourent toutes deux à limiter une vaste chambre. La paroi antérieure de celle-ci, fortement bombée en avant, est formée par la partie centrale de la limitante; sa paroi postérieure plane est constituée par la partie centrale de la sclérotique et présente par conséquent un trou ovalaire.

La chambre que nous venons de décrire renferme (fig. 1, *B* du texte) : la couche des fibres post-rétiniennes, le chiasma externe, la masse médullaire externe et les centres nerveux annexés à cette dernière, en un mot, toute la portion externe du ganglion optique. Le chiasma interne, qui est la portion la plus rétrécie du ganglion, est enserré par les bords du trou.

On se rend bien compte de ces dispositions en exécutant la

dissection suivante : on enlève l'œil composé, la limitante, la couche des fibres post-rétiniennes, la lame ganglionnaire, le chiasma externe, on voit alors toute la masse médullaire externe faisant saillie par le trou de la sclérotique (fig. 2, *B* du texte).

Quand on examine en coupe (fig. 1) le sphincter que représente la partie centrale de la sclérotique, on remarque que celui-ci se présente avec un contour triangulaire. Un des angles est libre et regarde le trou, l'autre se continue avec la partie périphérique de la sclérotique; le troisième, plus aigu que les deux autres, se continue avec l'enveloppe du ganglion. La substance du sphincter est formée par un tissu fibreux très serré, montrant, dans son épaisseur, de nombreux noyaux, quelques petites cellules à pigment, peu de vaisseaux, et un certain nombre de grandes lacunes assez limitées.

L'enveloppe du ganglion peut, quant à sa forme, être comparé à un manchon caliciforme ; par son bord externe évasé, il se continue avec le tissu du sphincter de la sclérotique, par son bord interne rétréci avec le névrilemme du nerf optique. L'enveloppe du ganglion est formée par un tissu fibreux, extrêmement dense et résistant ; à sa surface, s'insèrent plusieurs gros ligaments conjonctifs très solides, qui la rattachent aux parois du pédoncule. Intérieurement, l'enveloppe n'est pas en contact immédiat avec les parties nerveuses qu'elle protège ; elle en est séparée par une épaisse couche de tissu conjonctif à mailles très lâches, qui revêt directement le ganglion et s'insinue dans toutes ses anfractuosités.

Le névrilemme du nerf optique fait suite à l'enveloppe du ganglion, et a la même structure que cette dernière ; ici encore nous voyons que les éléments nerveux sont séparés de la gaine fibreuse par un tissu conjonctif très lâche.

HISTORIQUE DES TRAVAUX RELATIFS AU GANGLION OPTIQUE DES CRUSTACÉS PODOPHTHALMAIRES.

De Blainville (1) (1822) me paraît être le premier à signaler le ganglion optique des crustacés; il a découvert cet organe en étudiant l'œil de la Langouste; il le mentionne dans les termes suivants : « Cette masse d'humeur vitrée (ensemble des cônes et des rétinules) est convexe d'un côté et concave de l'autre; par cette partie elle s'applique sur un gros ganglion, qui m'a paru offrir à sa surface autant de petits alvéoles qu'il y a de tubes oculaires. » Ces petits alvéoles dont parle Blainville sont les calices pigmentés qui entourent ces corps, que nous appelons aujourd'hui les rhabdomes.

Audouin et M. *H. Milne-Edwards* (2) (1828), qui ont étudié le Homard au point de vue qui nous occupe, nous fournissent les renseignements suivants : « Les nerfs optiques se portent obliquement en dehors et en avant pour pénétrer dans les pédoncules oculaires. Là ils se renflent bientôt pour former une espèce de ganglion ovoïde assez gros, dont l'extrémité antérieure passe à travers le trou situé au centre d'un diaphragme membraneux que l'on pourrait comparer à la sclérotique. » Aujourd'hui il y a à ajouter, mais il n'y a rien à changer à cette description parfaitement exacte de la forme extérieure du ganglion et de la sclérotique.

M. *H. Milne-Edwards* (3) (1834) reproduit (4) la description du ganglion et de la sclérotique donnée dans l'ouvrage précité. De plus, il donne une figure (5) qui fait bien comprendre les rapports exacts du ganglion avec la tige oculifère et la sclérotique. Plus loin (6), M. Milne-Edwards combat

(1) De Blainville, *Principes d'anatomie comparée*, t. III, p. 434.

(2) Audouin et Milne-Edwards, *Recherches anatomiques sur le système nerveux des Crustacés* (*Ann. sc. nat.*, 1re série, t. XIV, p. 84).

(3) H. Milne-Edwards, *Histoire naturelle des Crustacés*.

(4) H. Milne-Edwards, *loc. cit.*, t. I, p. 134.

(5) H. Milne-Edwards, *loc. cit.*, pl. 12, fig. 8.

(6) H. Milne-Edwards, *loc. cit.*, t. II, p. 118.

l'opinion erronée admise à cette époque et d'après laquelle chacune des longues cellules oculaires (rétinules des auteurs modernes) était considérée comme une des branches terminales du nerf optique : « Un examen attentif de l'œil du Homard m'a, dit-il, fait concevoir quelques doutes sur cette détermination, le bulbe du nerf optique (ganglion optique) ne m'a paru présenter réellement aucune division. Il m'a semblé se terminer par une surface offrant une multitude de petites facettes tapissées de matière colorée. » La partie ainsi désignée est ce que l'on connaît aujourd'hui sous le nom de couches des rhabdomes.

Siebold et *Stannius* (1) (1850) reproduisent, à peu de chose près, la description donnée par M. Milne-Edwards, mais sans y rien ajouter.

M. *Leydig* (2) (1857) est le premier à s'occuper de la constitution histologique du ganglion optique qu'il considère comme une *rétine ganglionnaire* et qu'il décrit dans les termes suivants : « Le reste de la rétine, *quand on a enlevé les bâtonnets* (c'est-à-dire le ganglion optique), se compose de cellules grosses et petites, de noyaux, d'une masse ponctuée et de la substance fibrillaire des nerfs optiques. On distingue aussi une certaine stratification, et un entre-croisement de ces éléments; dans l'Écrevisse particulièrement on observe un certain développement radiaire de la substance fibrillaire des nerfs optiques, mais à cause de la mollesse de ces parties et de la difficulté qu'il y a de les individualiser, il est difficile d'être bien fixé sur leurs relations. » M. Leydig représente aussi, dans son *Traité d'histologie* (p. 288, fig. 136), une coupe pratiquée à travers l'œil et le ganglion optique de l'Écrevisse. Cette figure, qui ne nous fournit que des renseignements aussi vagues que la description même, est d'ailleurs schématique, ainsi que l'auteur nous l'apprend lui-même (3).

(1) Siebold et Stannius, *Nouveau manuel d'anatomie comparée*, traduction française par Spring et Lacordaire. Paris, 1850, t. I, p. 438.

(2) Leydig, *Traité d'histologie de l'homme et des animaux*, trad. franç., 1866, p. 289, fig. 136.

(3) Leydig, *Das Auge der Gliederthiere*. Tübingen, 1864, p. 28.

M. *G. O. Sars* (1) (1867) a étudié le ganglion optique chez le *Mysis;* il a observé cet organe par transparence sur l'animal encore vivant. Les faits qu'il nous fait connaître sont très importants, ce sont les premiers renseignements précis qui nous soient soumis sur la structure des organes nerveux situés en arrière de l'œil. « On voit, dit-il, le nerf optique (fig. 1, 4 et 5), sous forme d'un gros tronc cylindrique, traverser la petite tige; ensuite, à la racine des pédoncules de l'œil, s'élargir tout à coup fortement, en écartant les unes des autres ses fibres, qui prennent un caractère ganglionnaire; puis, en augmentant encore davantage de volume, se diviser en trois puissants segments qui remplissent presque le pédoncule tout entier et dont le dernier entre hémisphérique dans le globe même de l'œil.

» Chacun de ces segments, oblique à l'axe de l'œil, présente à l'extérieur une surface convexe et à l'intérieur une surface concave...

» Si on examine l'œil latéralement (fig. 5), on remarquera bientôt qu'au fond ces segments forment des disques parfaitement circulaires, ou plutôt des segments hémisphériques, dont le médian, qui est le plus grand, semble pour ainsi dire entourer le segment intérieur; le segment extérieur est en grande partie couvert par le pigment oculaire et n'apparaît en entier que par la dissection.

» Chacun de ces segments, dont par conséquent le ganglion optique se compose, présente une structure tout à fait particulière. On y trouve d'abord trois ou quatre lignes concentriques qui semblent indiquer comme une structure stratiforme de la masse nerveuse. Perpendiculairement à ces lignes on découvre une rayure beaucoup plus serrée, qui semble formée par de nombreuses fibrilles élémentaires; ce n'est qu'au point de réunion des segments qu'il se trouve des cellules ganglionnaires distinctes.

(1) G. O. Sars, *Histoire naturelle des Crustacés d'eau douce de Norwège.* Christiania, 1867 (1re livraison, p. 31 et suiv., t. III, fig. 1, 4, 6).

Le segment extérieur de M. Sars répond à notre lame ganglionnaire, son segment moyen à notre masse médullaire externe ; son segment intérieur à l'ensemble formé par notre masse médullaire interne et notre masse médullaire terminale. C'est ce dont on s'assure facilement en lisant la description donnée par le savant norvégien et en examinant les bonnes figures qu'il y a jointes.

M. *Lemoine* (1) (1868), qui n'a point connaissance des recherches de M. G. O. Sars, s'est occupé de la structure de l'œil et du ganglion optique de l'Écrevisse (2). Il décrit assez exactement les cônes, les rétinules et les rhabdomes (désignés par lui sous le nom de corps fusiformes). Mais il me paraît avoir confondu la couche formée par ces corps et qu'il nomme 3e zone avec des parties plus profondes, avec la région pigmentée de la couche des fibres post-rétiniennes très probablement, car il y signale, outre les rhabdomes, « grand nombre d'éléments qui paraissent être des cellules ».

En arrière de la région qu'il décrit sous le nom de 3e zone, M. Lemoine signale une assise nerveuse plus profonde qu'il appelle 4e zone. « Nous y trouvons, dit-il (3), comme éléments constitutifs des filets nerveux à contenu finement fibrillaire qui, d'une part, paraissent s'unir aux corps fusiformes (rhabdomes) de la 3e zone, tandis que par leur extrémité ils se perdent dans une 4e zone presque entièrement composée de cellules nerveuses, et qui n'est autre chose que l'épanouissement du nerf optique. » M. Lemoine signale, en outre, dans cette 4e zone des cellules analogues à celles de la 3e, mais on ne trouve pas de traces de ces éléments sur la figure qu'il donne du ganglion optique. Il est bien difficile de savoir ce que M. Lemoine a eu sous les yeux quand il a décrit sa 4e zone; peut-être la lame ganglionnaire, peut-être la

(1) Lemoine, *Recherches pour servir à l'histoire des systèmes nerveux glandulaire et musculaire de l'Écrevisse* (*Ann. sc. nat. Zool.*, 5e série, t. IX, p. 99, 1868).

(2) Lemoine, *loc. cit.*, p. 198 et suiv., pl. 7, fig. 1 et 3.

(3) Lemoine, *loc. cit.*, p. 200.

masse médullaire externe. Sa description est trop vague et son dessin s'écarte trop de l'aspect que peut offrir toute préparation réelle pour qu'il nous soit possible de rien décider à ce sujet.

M. Lemoine termine son étude du ganglion optique par la description de cette partie qu'il appelle 5e zone et qu'il considère comme l'épanouissement du nerf optique : « Elle forme, dit-il (1), un ovale plus ou moins irrégulier. De sa grosse extrémité tournée en avant, on voit partir les fibres qui vont en divergeant à travers les quatre premières zones, jusqu'aux organes représentant les milieux réfringents de l'œil. Cet épanouissement du nerf optique est nettement formé de cellules assez régulièrement disposées en série concentrique autour d'un amas central. De même que dans sa moitié antérieure, on peut suivre les fibres en éventail qui proviennent des parties périphériques de l'œil, dans la moitié postérieure représentant la petite extrémité de l'œil on voit pénétrer les fibres constitutives du nerf optique. » Pour bien comprendre les termes de cette citation, remarquons que M. Lemoine considère le pédoncule oculaire comme dirigé d'arrière en avant, et qu'il comprend sous le nom d'œil l'ensemble formé par l'œil proprement dit et le ganglion optique.

M. *Bellonci* (2) (1878), a examiné la forme extérieure du ganglion optique de la Squille et en a donné un fort bon dessin (3). Il a aussi étudié la structure de cet organe, mais sur ce point a été beaucoup moins heureux que M. Berger, qui s'occupait concurremment du même sujet et dont j'analyserai plus loin les travaux. Le naturaliste italien a figuré (4) une coupe du ganglion optique pratiquée suivant le grand diamètre de l'œil, c'est-à-dire dans la direction la moins favorable à

(1) Lemoine, *loc. cit.*, p. 201.

(2) Bellonci, *Morfologia del systema nervoso della Squilla mantis*, 30 pages, 10 planches (*Annali del mus. civ. di st. nat. di Genova*, vol. XII, 23-24. Luglio, 1878).

(3) Id., *loc. cit.*, pl. V, fig. 1.

(4) Id., *loc. cit.*, pl. X, fig. 1.

l'intelligence des parties si complexes qui forment cet organe. Sa description, qui comme son dessin laisse beaucoup à désirer, me paraît basée sur cette seule section. Je lui laisse d'ailleurs la parole en faisant remarquer d'abord pour l'intelligence du texte que cet auteur n'emploie pas le mot de ganglion optique dans le sens ordinaire ; ce qu'il désigne sous ce nom, paraît répondre seulement à l'ensemble formé par les masses médullaires externes, internes et terminales.

L'ensemble formé par le chiasma externe, la lame ganglionnaire et les fibres post-rétiniennes sont pour lui le nerf optique proprement dit. « Les fibres du nerf optique proprement dit, immédiatement après s'être différenciées du ganglion optique, vont à l'œil ; elles ne forment point un cordon nerveux distinct, mais sont disposées en éventail derrière la choroïde ; après avoir formé là un réseau de cellules nerveuses, de vaisseaux et de pigment, elles se réunissent en un certain nombre de faisceaux qui se rendent chacun à un bâtonnet de la rétine (c'est-à-dire à un œil élémentaire)... Les ganglions optiques sont très développés et ont un volume qui est presque moitié de celui du cerveau. Chaque ganglion optique peut être divisé en deux parties : une postérieure (interne), une antérieure (externe). La partie postérieure (qui me paraît répondre à l'ensemble de nos masses médullaires interne et terminale) a la forme d'un calice et présente un renflement interne (antérieur) arrondi ; elle est formée d'une masse fibrillaire et d'un nombre extraordinaire de petites cellules. Le renflement latéral (antérieur) est spécialement constitué d'une des plus singulières masses granuloso-réticulée dont j'aie parlé en traitant des éléments nerveux et est revêtu d'une grosse couche de petites cellules. Dans toute la masse fibrillaire postérieure (interne) pénètrent les fibres du nerf (nerf optique des auteurs) qui sert à réunir ce ganglion au cerveau, les fibres de cette masse ont évidemment leur origine dans les petites cellules. Sur la partie interne et postérieure (antérieure et

(1) Bellonci, *loc. cit.*, p. 15, fig. 1.

interne) de la couche cellulaire se trouvent quelques cellules de grandeur moyenne avec leurs nucléoles semi-lunaires bien manifestes regardant la masse fibrillaire. La partie antérieure (externe) du ganglion optique (notre masse médullaire externe probablement) est plus petite et a la forme d'un calice; elle est tout entière revêtue de petites cellules sauf sur sa partie interne et postérieure (antérieure et interne) où se trouvent quelques cellules de grandeur moyenne. Les fibres y sont disposées en doubles séries longitudinales et transversales. Les fibres longitudinales se continuent avec celles de la partie postérieure (interne) du ganglion. Antérieurement les fibres longitudinales vont à la choroïde, où se trouvent des accumulations de petites cellules qui sont située immédiatement sur la surface antérieure (externe) de la masse fibrillaire. » En comparant cette sommaire description, donnée par M. Bellonci, aux recherches de M. Berger et de moi-même, le lecteur comprendra combien de faits importants ont échappé à l'anatomiste italien.

M. *Berger* (1) (1878) dans un travail remarquable a décrit comparativement le ganglion optique d'un certain nombre d'Insectes et de Crustacés inférieurs (*Artemia*) et de Crustacés podophthalmaires (*Squilla*, *Nephrops*, *Palinurus*, *Astacus*) et nous donne seulement deux figures ayant trait à ces derniers, l'une (pl. IV, fig. 32) représente une coupe du ganglion optique de la Squille, l'autre (pl. V, fig. 35) nous montre une section de la première masse médullaire de l'Écrevisse observée à un fort grossissement. Les descriptions de M. Berger sont généralement exactes, mais incomplètes; la lame ganglionnaire est la seule région du ganglion optique qu'il décrive dans tous ses détails; on comprendra facilement quelles grandes lacunes doit contenir le travail de M. Berger, si l'on réfléchit que cet auteur n'a guère observé que des coupes horizontales et qu'il ne s'est point inquiété des différences que celles-ci présentent

(1) Berger, *Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden* (*Arbeiten aus dem Zoolog. Institut zu Wien*, Bd I, Heft. II, 1878; 48 pages, 5 planches).

de l'une à l'autre quand on les observe en séries. Je laisse d'ailleurs la parole à M. Berger (1) : « Touchant la structure du ganglion optique de la *Squilla mantis*, l'étude des coupes sagittales nous donne les renseignements suivants. En s'éloignant de la couche des rhabdomes (*Sehstäbe*) qui, comme chez les décapodes, présentent une striation transversale, nous rencontrons la couche des fibres nerveuses (couche des fibres post-rétiniennes). Les fibres de cette couche sont réunies en gros faisceaux qui se divisent en fines branches pour se rendre à la couche des rhabdomes (*Sehstäbe*) ; on découvre encore dans cette couche un grand nombre de vaisseaux sanguins. La couche des noyaux présente des éléments semblables aux noyaux du tissu conjonctif des Crustacés supérieurs. Cette couche et les deux suivantes, la couche moléculaire et la couche des cellules ganglionnaires, forment dans leur ensemble seulement une étroite traînée (notre lame ganglionnaire). L'aspect de ces couches est très modifié par la présence de vaisseaux et de lamelles conjonctives... Les fibres qui ont quitté la rétine (2) (fibres du chiasma externe) s'entre-croisent, puis les plus externes de celles-ci vont se jeter dans l'écorce du ganglion (notre couronne ganglionnaire), tandis que celles qui sont plus internes, c'est-à-dire plus voisines de l'axe optique, vont se jeter dans la masse médullaire externe, les unes directement, les autres en traversant le ganglion en coin, ici très développé. A l'extrémité interne de celui-ci nous trouvons une assise formée de noyaux et de cellules ganglionnaires. Ensuite vient l'entre-croisement interne (chiasma) qui est formé par les fibres nerveuses qui se rendent à la masse médullaire interne. En dedans de cette partie se trouve une formation qui n'a point d'analogue dans le ganglion optique des Insectes (notre masse médullaire terminale). A la périphérie de celle-ci on trouve une écorce de cellules ganglion-

(1) Berger, *loc. cit.*, p. 26 et suiv.

(2) M. Berger comprend sous le nom de rétine l'ensemble formé par l'œil composé, notre couche de fibres post-rétiniennes et notre lame ganglionnaire médullaire.

naires (nos centres ganglionnaires annexés à la masse médullaire terminale). La structure très compliquée de cette formation particulière aux Crustacés se laisse résumer ainsi : une partie des fibres venant de la masse médullaire interne se rend à l'écorce, la plus grande partie de celles-ci traverse la formation et atteint le nerf optique. Ce dernier tire aussi des fibres de l'écorce de cette formation. La structure du ganglion des Décapodes observés par moi (*Astacus fluviatilis*, *Nephrops norwegicus* et *Palinurus locusta*), répond dans ses points essentiels à la description précédente... Plus haut (1) j'ai dit que le ganglion optique de l'Écrevisse est essentiellement constitué comme celui de la Squille. Je reviens sur la description de la rétine de cet animal, très propre à l'étude de cet organe. Quand on suit de dedans en dehors les fibres qui forment l'entre-croisement (chiasma) externe, on les voit courir parallèlement l'une à l'autre et pénétrer dans la couche des cellules ganglionnaires, traverser celle-ci comme aussi la couche moléculaire, et s'ordonner en faisceaux dans la partie externe de la couche des noyaux, pour se continuer avec les faisceaux nerveux qui constituent la couche suivante (couche des fibres post-rétiniennes). Dans la couche des cellules nerveuses on trouve la plupart du temps des cellules ganglionnaires multipolaires qui sont dispersées dans celle-ci. D'une de ces cellules ganglionnaires j'ai pu voir sortir deux fibres nerveuses, elles traversent la couche moléculaire et se laissent suivre jusqu'à la couche à noyaux. Dans la couche des noyaux, nous reconnaissons une partie interne dans laquelle les noyaux sont fortement pressés les uns contre les autres, et une interne dans laquelle ceux-ci sont moins nombreux. Les noyaux de cette couche comme aussi ceux de la couche ganglionnaire, ainsi que je l'ai déjà mentionné pour la Squille, ressemblent beaucoup aux mêmes formations du tissu conjonctif.

» Beaucoup de gros vaisseaux se trouvent particulièrement dans la couche des cellules ganglionnaires et dans celle des

(1) Berger, *loc. cit.*, p. 30, pl. V, fig. 35.

noyaux. La couche moléculaire paraît en être dépourvue. La couche des noyaux, comme celle des cellules ganglionnaires, se montre traversée par une grande quantité de lamelles conjonctives qui croisent à angle droit la direction des fibre nerveuses. Les faisceaux de la couche des fibres nerveuses (couche des fibres postrétiniennes) sont enveloppés d'un pigment noir diffus qui n'existe pas chez la Squille. »

Tels sont les seuls faits que nous fait connaître M. Berger, touchant la structure du ganglion optique des Crustacés à yeux pédonculés. Je ne relève point les quelques erreurs et les lacunes que renferme cette description; il sera facile au lecteur de le faire lui-même en lisant les conclusions de mon travail.

M. *Grenacher* (1) (1879), qui a travaillé indépendamment de M. Bellonci et de M. Berger, a étudié sur le *Mysis* les parties nerveuses situées en arrière de l'œil (2). Il a figuré une coupe totale pratiquée à travers le pédoncule oculifère (3), et une vue de détail de la lame ganglionnaire (4). Les faits observés par M. Grenacher diffèrent très notablement de ce que M. Berger, M. Bellonci et moi-même avons observé chez d'autres Crustacés. Cela provient peut-être de ce que le *Mysis* est un type aberrant, ou bien de ce que les observations du naturaliste allemand sont sur quelque point fautives, une question que je ne puis trancher, n'ayant point encore eu de Mysis à ma disposition. Voici d'ailleurs ce que nous apprennent les recherches de M. Grenacher. Chez le Mysis, la couche des fibres postrétiniennes est semblable à ce que nous avons écrit sur la Langouste. La lame ganglionnaire est constituée par les parties suivantes, en allant de dehors en dedans : une première couche formée uniquement de noyaux disposés sur plusieurs rangs et pressés les uns contre les autres; une

(1) Grenacher, *Untersuchungen über das Sehorgan des Arthropoden*, in-4°, 185 pages, 11 planches. Gœttingen, 1879.

(2) *Loc. cit.*, p. 120 et suiv.

(3) *Loc. cit.*, t. X, fig. 110.

(4) *Loc. cit.*, t. X, fig. 116.

deuxième couche constituée par des paquets de fibres dirigés de dehors en dedans et séparés par des intervalles très réguliers; une troisième couche formée par des noyaux arrondis disposés sur un seul rang; une quatrième assise, enfin, formée de substance ponctuée décomposée en prismes très réguliers, rangés côte à côte. Si les observations de M. Grenacher sont exactes, il est impossible, dans l'état actuel de nos connaissances, de dire à quelles parties de la première masse ponctuée des autres Crustacés correspondent les diverses couches que nous venons d'énumérer. Les chiasmas interne et externe, les masses médullaires interne et externe, ont, à peu de chose près, la même constitution que chez la Langouste. Dans la figure publiée par M. Grenacher, on reconnaît le pédoncule de la masse interne, la masse terminale et le nerf optique, mais aucun des détails de structure de ces parties ne se trouve indiqué.

Si les observations du naturaliste allemand sont exactes, les centres nerveux annexés aux différentes masses de substance ponctuée chez les autres Crustacés, ou bien n'existent pas chez le Mysis, ou bien sont tous confondus entre eux et avec le névrilème du ganglion et l'hypoderme du pédoncule oculifère. M. Grenacher a reconnu en effet que tout l'espace compris entre les masses ponctuées et la cuticule de la tige oculifère était rempli de *noyaux dépourvus de protoplasma* étroitement pressés les uns contre les autres. Cet amas d'éléments se continuerait sans ligne de démarcation avec la première et la troisième couche de la lame ganglionnaire, qui, comme nous l'avons dit plus haut, seraient, d'après M. Grenacher, uniquement composées de noyaux. L'auteur des travaux dont je rends compte n'a vu aucun prolongement partir de ces noyaux pour se jeter dans la substance ponctuée. Il est bien difficile, sans nouvelles recherches, d'être fixé sur la nature de ces éléments, qui prennent la place des centres nerveux annexés au ganglion, celle du névrilème qui enveloppe d'ordinaire celui-ci, et qui remplaceraient même l'hypoderme de la tige oculifère.

M. *Krieger* (1) (1879) a publié une excellente monographie histologique de la chaîne ganglionnaire de l'Écrevisse, mais il a complètement laissé de côté le ganglion optique. Il nous fournit toutefois des renseignements intéressants sur la structure du nerf optique (p. 20). « On distingue dans celui-ci deux sortes de fibres : les unes sont grosses et se colorent fortement par le carmin ; les autres, extraordinairement fines, sont très faiblement teintées ; les dernières constituent un faisceau cylindrique de $0^{mm},15$ de diamètre, qui est entouré de tous côtés par les fibres de la première sorte. Toutefois il n'occupe pas l'axe du nerf, mais est situé un peu en dedans. » M. Krieger, qui a poursuivi dans l'intérieur du cerveau ces deux sortes de fibres, nous montre qu'elles ont des destinées différentes.

Les fibres fines qui constituent le cordon cylindrique que nous venons de mentionner se jettent dans les balles de substance ponctuée du renflement latéral du ganglion cérébroïde. Les fibres larges se jettent au contraire dans les balles de substance ponctuée du renflement cérébral antérieur.

M. *Bellonci* (2) (1881) a publié dans les *Comptes rendus de l'Académie de Bologne* une très courte note sur la structure du ganglion optique de la Squille ; bien que je me sois adressé à plusieurs bibliothèques, il m'a été impossible de me procurer ce travail. Aussi ai-je le regret de n'en pouvoir rendre compte.

H. Viallanes (3) (1883). Dans une note lue à la Société philomathique, j'ai fait connaître les principaux résultats du travail que je publie aujourd'hui.

Je termine cette partie historique en donnant un tableau synonymique des termes employés par M. Berger et par moi dans la description du ganglion optique.

(1) *Ueber das Centralnervensystems des Flusskrebses* (*Zeitschr. für wiss. Zool.*, 1879, t. XXXIII, p. 3-70, pl. XXXI-XXXIII).

(2) Bellonci, *Nuove Ricerche sulla struttura del ganglio ottico della* Squilla Mantis (*Rendiconto Acad. Bologna*, 1881, p. 66-67).

(3) H. Viallanes, *Note sur la structure intime du ganglion optique de la Langouste* (*Bull. Soc. philomathique de Paris*, 7e série, t. VIII, n° 2).

TABLEAU SYNONYMIQUE.

NOMENCLATURE DE M. BERGER.			NOMENCLATURE DE M. VIALLANES.			
	Cornée à facettes.		ŒIL COMPOSÉ.	Cornée à facettes.		
	Couche des bâtonnets (1).	RÉTINE.	ŒIL COMPOSÉ.	Couche des cônes.		
			ŒIL COMPOSÉ.	Couches des rétinules.		
			ŒIL COMPOSÉ.	Couche des rhabdomes.		
			ŒIL COMPOSÉ.	Limitante interne.		
	Couche des faisceaux nerveux (2).	RÉTINE.	GANGLION OPTIQUE.	Portion externe du ganglion optique.	Couche des fibres post-rétiniennes.	
Couche à noyaux (8)	Partie ganglionnaire de la rétine.	RÉTINE.	GANGLION OPTIQUE.	Portion externe du ganglion optique.	Lame ganglionnaire.......	Couche à noyaux.
Couche moléculaire	Partie ganglionnaire de la rétine.	RÉTINE.	GANGLION OPTIQUE.	Portion externe du ganglion optique.	Lame ganglionnaire.......	Couche moléculaire.
Couches à cellules ganglionnaires (9).	Partie ganglionnaire de la rétine.	RÉTINE.	GANGLION OPTIQUE.	Portion externe du ganglion optique.	Lame ganglionnaire.......	Couche à cellules ganglionnaires.
	Chiasma externo (3).		GANGLION OPTIQUE.	Portion externe du ganglion optique.	Chiasma externe.	
	Masse médullaire externe (4).	GANGLION OPTIQUE.	GANGLION OPTIQUE.	Portion interne du ganglion optique.	Masse médullaire externe.	
	Chiasma interne (5).	GANGLION OPTIQUE.	GANGLION OPTIQUE.	Portion interne du ganglion optique.	Chiasma interne.	
	Masse médullaire interne (6).	GANGLION OPTIQUE.	GANGLION OPTIQUE.	Portion interne du ganglion optique.	Masse médullaire interne.	
	Masse désignée par la lettre G (7).	GANGLION OPTIQUE.	GANGLION OPTIQUE.	Portion interne du ganglion optique.	Masse médullaire terminale.	
	NERF OPTIQUE.		NERF OPTIQUE.			

(1) *Sehstabschichte der Retina.*
(2) *Nervenbündelschichte der Retina.*
(3) *Äussere Kreuzung.*
(4) *Aeusseres Marcklager.*
(5) *Inneres Kreuzung.*
(6) *Inneres Marcklager.*
(7) Partie non dénommée par M. Berger, mais désignée par lui dans le texte et dans les planches par la lettre G.
(8) *Kornerschichte der Retina.*
(9) *Ganglienzellenschichte der Retina.*

CONCLUSIONS.

Je terminerai ce travail par un résumé rapide des dispositions anatomiques que présente le ganglion optique de la Langouste. J'écrirai en lettres italiques la description résumée des faits que je considère comme étant à la fois nouveaux et importants.

1° Chez les Crustacés podophthalmaires, entre le nerf optique et l'œil composé, est interposé un gros ganglion nerveux : c'est le ganglion optique. Il est extrêmement complexe et comprend, de dehors en dedans, les parties principales suivantes : la couche des fibres postrétiniennes, la lame ganglionnaire, le chiasma externe, la masse médullaire externe, le chiasma interne, la masse médullaire interne, la masse médullaire terminale.

2° De chaque œil élémentaire part une fibre nerveuse qui, après avoir percé la limitante de l'œil composé, se dirige en dedans pour gagner la lame ganglionnaire. L'ensemble des conducteurs nerveux ainsi nés constitue la couche des fibres postrétiniennes (fig. 1, 15, *fpr*).

3° La lame ganglionnaire est une sorte d'écran nerveux parallèle à la cornée et à la limitante de l'œil (fig. 1, 6, 15, *lg*); elle reçoit, par sa surface externe convexe, les fibres postrétiniennes. La lame ganglionnaire est composée de trois couches (fig. 3) formées l'une et l'autre de substance ponctuée; ce sont : la couche des noyaux, la couche moléculaire, la couche des cellules ganglionnaires. Cette dernière est ainsi nommée parce qu'elle présente à sa partie interne de grosses cellules nerveuses, ces éléments, qui sont en ce point nombreux chez l'Écrevisse (Berger), *sont extrêmement rares et dispersés chez la Langouste.*

4° De la face interne concave de la lame ganglionnaire naissent des fibres nerveuses qui s'entrecroisent complètement pour former le chiasma externe (fig. 1, 6, 10, 14, 20, 21, *che*), et vont ensuite se jeter dans la surface externe de la masse médullaire externe. *Un groupe de fibres du chiasma né de la*

région postérieure de la lame a une destinée différente; il contourne la masse médullaire externe sans s'y arrêter, puis chacune de ses fibres se renfle en une cellule unipolaire gigantesque. L'ensemble de ces éléments constitue un gros lobule (fig. 1, 10, 20, *la*) *situé en avant de la masse médullaire externe* (*lobule antérieur ou à cellules géantes*).

5° *La masse médullaire externe* (fig. 1, 6, 10, 11, 15, 20, *me*) *a la forme d'une calotte hémisphérique, fortement déprimée d'avant en arrière, dont le grand axe est par conséquent perpendiculaire au grand diamètre des autres parties courbes de l'appareil visuel;* elle est entièrement composée de substance ponctuée.

6° *A la masse médullaire externe est annexé un centre ganglionnaire important : il constitue comme un revêtement à la partie interne du chiasma interne, avec lequel il n'a pourtant que des rapports de position; sa forme lui mérite le nom de couronne ganglionnaire* (fig. 1, 6, 10, 14, 15, 20, 21, *cg*). *Cette couronne est constituée par un ensemble de cellules nerveuses unipolaires grandes et petites; de chacune de celles-ci naît un prolongement qui s'enfonce au milieu des fibres du chiasma en croisant leur direction et atteint la surface de la masse médullaire externe.*

7° De la face interne concave de cette dernière partent des fibres nerveuses qui, s'entrecroisant complètement, forment le chiasma interne (fig. 1, 6, 13, 11, 15, *chi*). La plupart d'entre elles vont se jeter dans la masse médullaire interne; *mais toutes n'ont point cette destinée. Un faisceau formé de fibres du chiasma interne, contourne la masse médullaire interne, puis se divise en deux paquets : l'un d'eux se jette dans la masse médullaire terminale* (fig. 11) *; l'autre va se joindre au nerf optique et se fusionner avec lui* (fig. 10).

8° La masse médullaire interne (fig. 1, 6, 10, 11, 15, *mi*) a la forme d'un plateau convexe en dehors; de la partie antérieure de son bord naît une courte tige (fig. 6, 12, 15, *pmi*) qui la relie à la masse terminale (c'est le pédoncule de la masse interne). La masse médullaire interne est constituée intérieu-

rement comme la masse externe. *La masse interne est revêtue en dedans par une écorce ganglionnaire, qui joue, par rapport à elle, le même rôle que la couronne ganglionnaire par rapport à la masse externe.*

9° La masse médullaire terminale (fig. 1, 6, 10, 11, 15, *mt*) est la plus volumineuse et la plus compliquée des parties constituantes du ganglion optique. *Deux sillons qui viennent se rejoindre à ses extrémités interne et externe (sillons antérieur et postérieur) la divisent en deux parties ou balles, l'une supérieure, formée de substance ponctuée à trame lâche; l'autre inférieure, formée de substance ponctuée à trame serrée. La seconde balle est marquée d'un sillon qui lui est propre (sillon intermédiaire).*

Par son extrémité interne, la masse terminale reçoit le nerf optique. Celui-ci n'est point constitué comme les nerfs ordinaires; il a la même structure que le nerf de l'antenne interne, c'est-à-dire qu'il est composé de deux faisceaux distincts (fig. 7); l'un formé de tubes nerveux (faisceau de tubes), l'autre de fibrilles extrêmement fines (faisceau fibrillaire).

Le nerf optique tout entier entre dans la balle supérieure : son faisceau de tubes se fusionne bientôt avec la substance ponctuée qui constitue celle-ci; son faisceau fibrillaire y chemine quelque temps sans jamais perdre son autonomie, puis subitement s'infléchit en bas, pénètre dans la balle inférieure et y disparaît (fig. 5).

C'est la balle supérieure qui reçoit le pédoncule de la masse médullaire interne.

La balle supérieure et la balle inférieure sont réunies l'une à l'autre par de nombreux paquets de fibrilles (fig. 4, 13, 16, 17, 18).

La masse médullaire terminale est presque entièrement enveloppée par une écorce formée de cellules *nerveuses unipolaires et divisées en nombreux lobules. De chacun de ceux-ci part un paquet de fibrilles qui pénètre dans la masse terminale pour se rendre, soit à la balle supérieure, soit à la balle inférieure. Les sillons tracés à la surface de la masse constituent les*

lieux d'entrée de ces paquets de fibrilles. On peut donc classer les lobules d'après les sillons auxquels ils correspondent. Aussi avons-nous décrit des lobules antérieurs (fig. 4, 5, 7, 13, 16, 17 *A*), *postérieurs* (fig. 4, 5, 12, 13, 16, 17 *P*) *et intermédiaires* (fig. 4, 13 *I*) *répondant aux sillons de même nom.*

10° Le névrilème du nerf optique se continue sur le ganglion pour lui constituer une gaine, *puis se réfléchit sous forme de sclérotique* (fig. 1). J'ai donné quelques détails nouveaux sur la structure et la disposition de celle-ci.

11° La distribution des vaisseaux dans le ganglion optique est très remarquable, je suis le premier à la décrire.

Les considérations morphologiques et physiologiques auxquelles donnent lieu les faits que je viens de faire connaître trouveront leur place à la fin du travail d'ensemble dont le présent mémoire n'est que le premier chapitre.

EXPLICATION DES PLANCHES.

(Lettres communes à toutes les figures.)

A, lobules ganglionnaires antérieurs annexés à la masse médullaire terminale.
A_1, premier lobule ganglionnaire antérieur.
A_2, deuxième id.
A_3, troisième id.
A_4, quatrième id.
A_5, cinquième id.
ba, balle antérieure de la masse médullaire terminale.
bp, balle postérieure id.
cg, couronne ganglionnaire.
che, chiasma externe.
chi, chiasma interne.
fch, faisceau unissant directement la masse médullaire externe à la balle terminale et au nerf externe.
emi, écorce ganglionnaire annexée à la masse médullaire interne.
fa, faisceau antérieur du nerf optique, composé de fibres fibrilloïdes.
fp, faisceau postérieur du nerf optique composé de tubes nerveux.
fpr, fibres postrétiniennes.
I, lobules ganglionnaires intermédiaires annexés à la masse médullaire terminale.
I, premier lobule ganglionnaire intermédiaire.

I_2, deuxième lobule ganglionnaire intermédiaire.
I_3, troisième id.
l, limitante interne de l'œil composé.
la, lobule antérieur ou à cellules géantes.
lg, lame ganglionnaire.
lc, lacune sanguine.
me, masse médullaire externe.
mi, masse médullaire interne.
mt, masse médullaire terminale.
no, nerf optique.
P, lobules ganglionnaires postérieurs annexés à la masse médullaire terminale.
P_1, premier lobule ganglionnaire postérieur.
P_2, deuxième id.
P_3, troisième id.
pmi, pédoncule de la masse médullaire interne.
sa, sillon antérieur de la masse médullaire terminale.
si, sillon intermédiaire id.
sp, sillon postérieur id.
v, vaisseau sanguin.

Fig 1. Coupe horizontale du ganglion optique passant par le faisceau fibrillaire du nerf optique : *sc*, sclérotique ; *g*, gaine du nerf.

Fig. 2. Portion d'une coupe horizontale du ganglion optique, montrant les rapports des fibres du chiasma avec la masse médullaire externe : *a*, îlot de cellules détaché de la couronne ganglionnaire. Obj. g à immersion (Hartnack).

Fig. 3. Coupe de la lame ganglionnaire : *c*, couche des noyaux ; *c'*, couche moléculaire ; *c''*, couche des cellules ganglionnaires.

Fig. 4. Coupe verticale de la masse terminale, faite au voisinage de l'extrémité externe de celle-ci ; *fch*, faisceau de fibres provenant du chiasma externe et destiné à la balle terminale.

Fig. 5. Coupe verticale de la masse terminale pratiquée au niveau du point où le faisceau fibrillaire *fa* du nerf optique, après avoir cheminé dans la balle supérieure, s'incurve pour pénétrer dans la balle inférieure. A la périphérie de la balle supérieure, on voit une zone (*fp*) formée par les tubes nerveux les plus périphériques du nerf optique, non encore englobés par la substance ponctuée.

Fig. 6. Coupe transversale du ganglion optique ne passant pas par le nerf optique.

Fig. 7. Coupe verticale pratiquée vers l'extrémité interne de celui-ci, au niveau du point où le nerf optique se dilate pour entrer dans la masse terminale.

Fig. 8. Coupe tangentielle pratiquée à travers l'assise externe de la première couche (couche à noyaux) de la lame ganglionnaire : les vaisseaux sanguins *v* et les faisceaux de fibres postrétiniennes *fpr* se montrent transversalement coupés au milieu de la substance ponctuée fibrillaire qu'ils traversent.

Fig. 9. Couche des fibres postrétiniennes observée sur une coupe horizontale ; on remarque que les fibres postrétiniennes sont pigmentées dans leur partie initiale.

Fig. 10. Coupe horizontale passant par le faisceau *f*, qui met en communication directe la masse médullaire externe avec le nerf optique.

Fig. 11. Coupe horizontale passant par le faisceau *f'*, qui met en communication directe la masse médullaire externe avec la masse terminale.

Fig. 12. Coupe verticale passant par le pédoncule de la masse médullaire interne.

Fig. 13. Coupe verticale de la masse terminale passant par le point d'entrée des fibres fournies par le deuxième lobule antérieur et le premier lobule intermédiaire.

Fig. 14. Portion d'une coupe horizontale observée à un très fort grossissement et montrant les rapports de la couronne ganglionnaire avec le chiasma externe et la masse médullaire externe : *scl*, sclérotique ; *f*, trame fibrillaire revêtant la face centrale de la couronne ; *a*, groupe de cellules détachées de la couronne.

Fig. 15. Coupe horizontale du ganglion optique. La section passant au voisinage de l'axe comprend toutes les parties principales constitutives du ganglion.

Fig. 16. Coupe verticale pratiquée vers la partie moyenne de la masse terminale, passant par le point d'entrée du faisceau de fibres fourni par le premier lobule postérieur.

Fig. 17. Coupe verticale pratiquée vers la partie moyenne de la masse terminale, passant par le premier lobule antérieur et le deuxième lobule postérieur.

Fig. 18. Coupe verticale pratiquée vers l'extrémité interne de la masse terminale ; on voit dans l'intérieur de la balle inférieure une tache circulaire d'aspect grenu, dont il est parlé dans le texte.

Fig. 19. Coupe tangentielle de la couche moyenne ou couche moléculaire de la lame ganglionnaire.

Fig. 20. Portion d'une coupe horizontale montrant les rapports du lobule antérieur, ou à cellules géantes, avec la couronne ganglionnaire, la masse médullaire externe et le chiasma externe : *sc*, sclérotique ; *tc*, trame conjonctive lâche enveloppant le lobule.

Fig. 21. Coupe montrant les rapports de la couronne ganglionnaire avec la masse médullaire externe : *tc*, trame conjonctive lâche revêtant la couronne ganglionnaire.

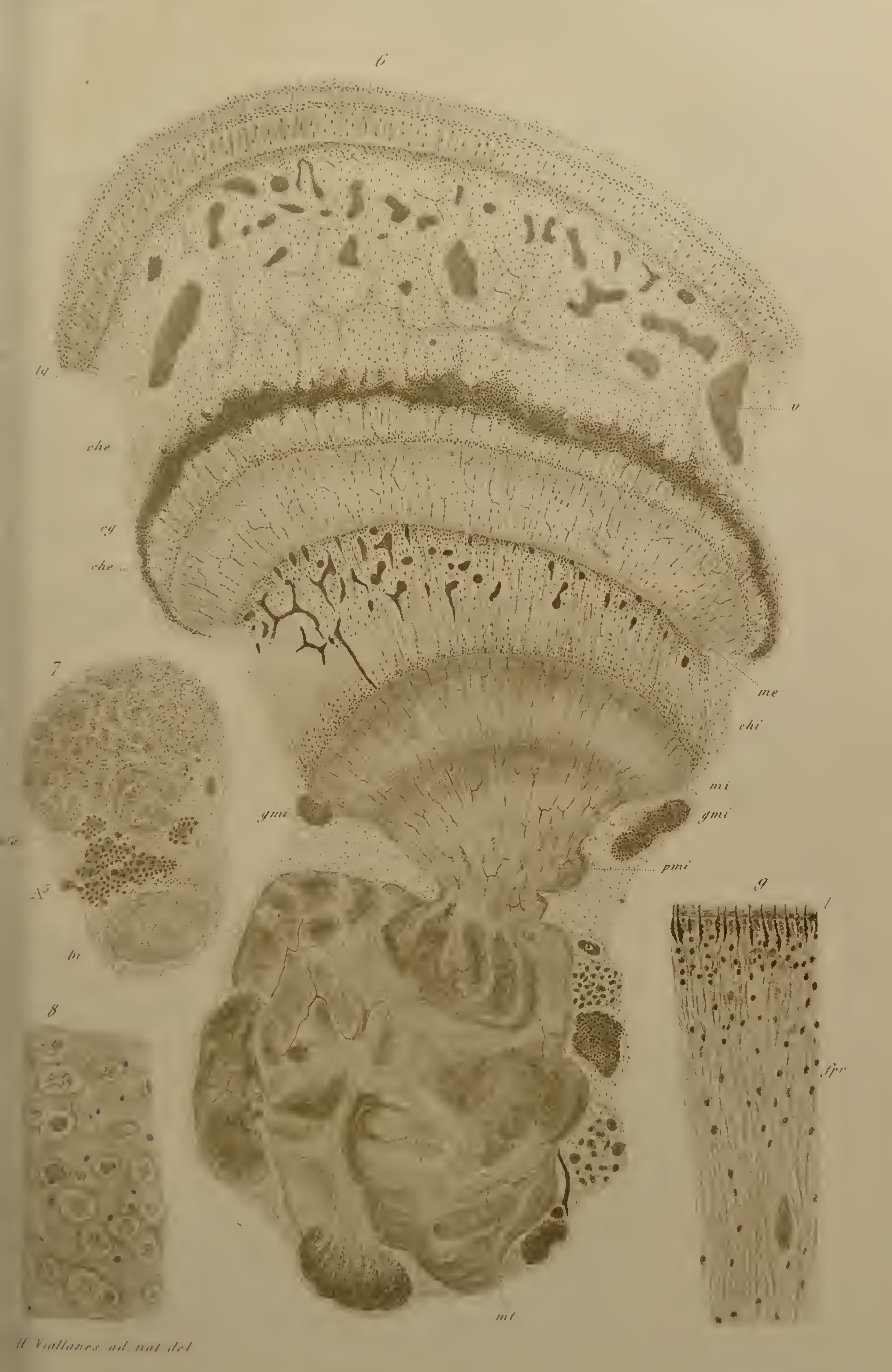




H. Viallanes ad nat. del.

Ganglion optique de la langouste

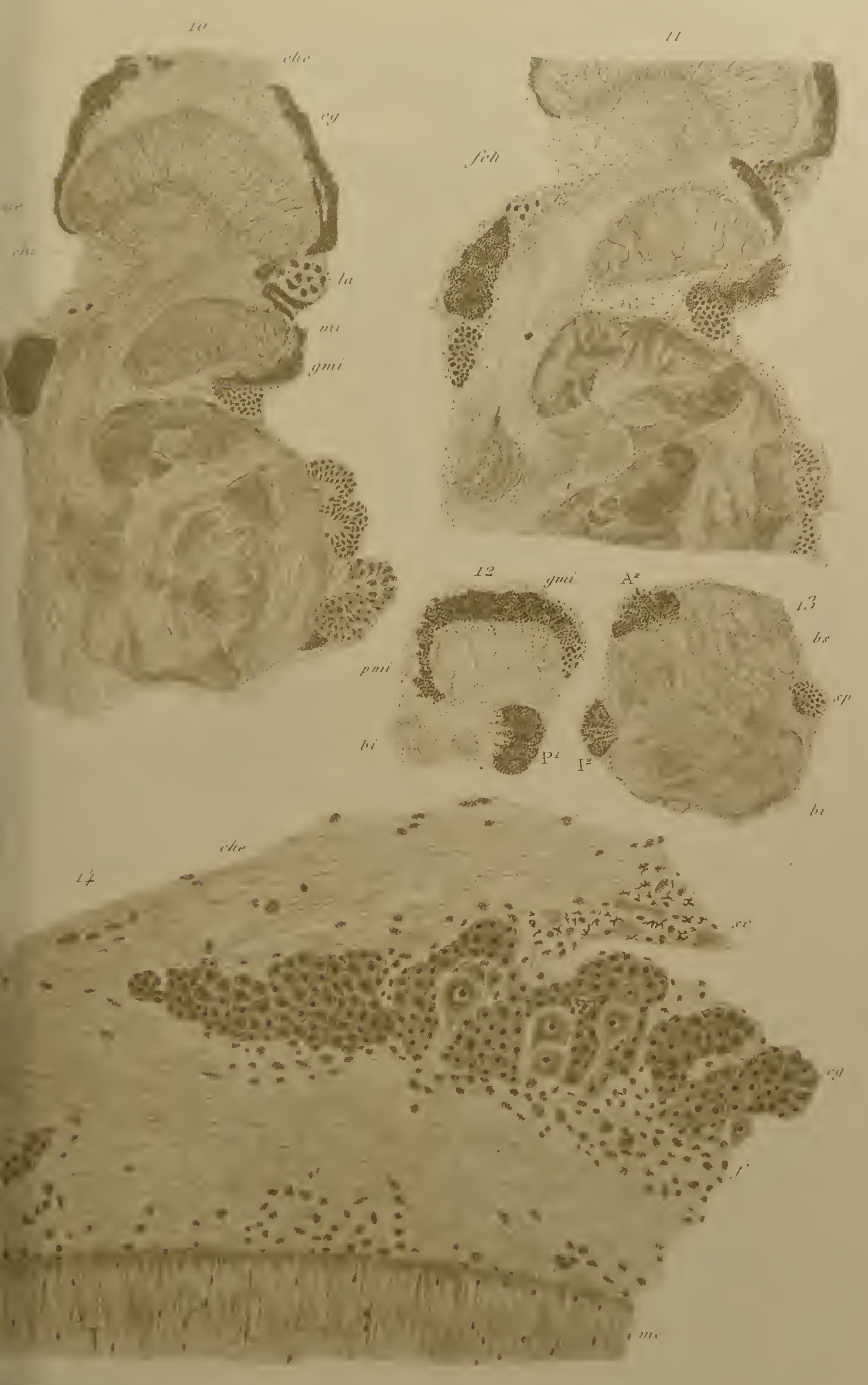
Imp. Lemercier et Cie Paris.



H. Viallanes ad. nat. del.

Ganglion optique de la Langouste.

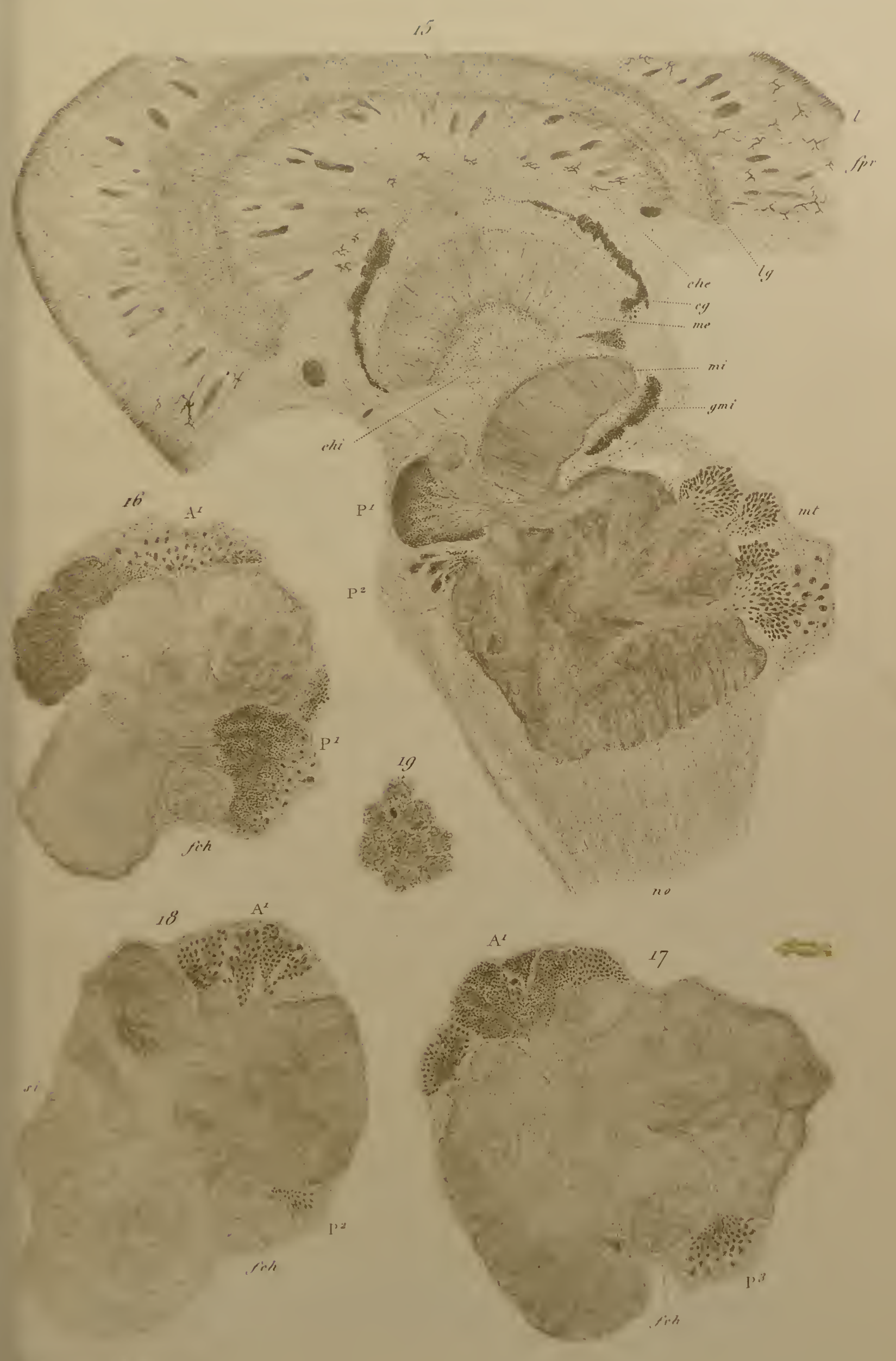
Imp. Lemercier et Cie Paris



ad nat. del.

Ganglion optique de la Langouste

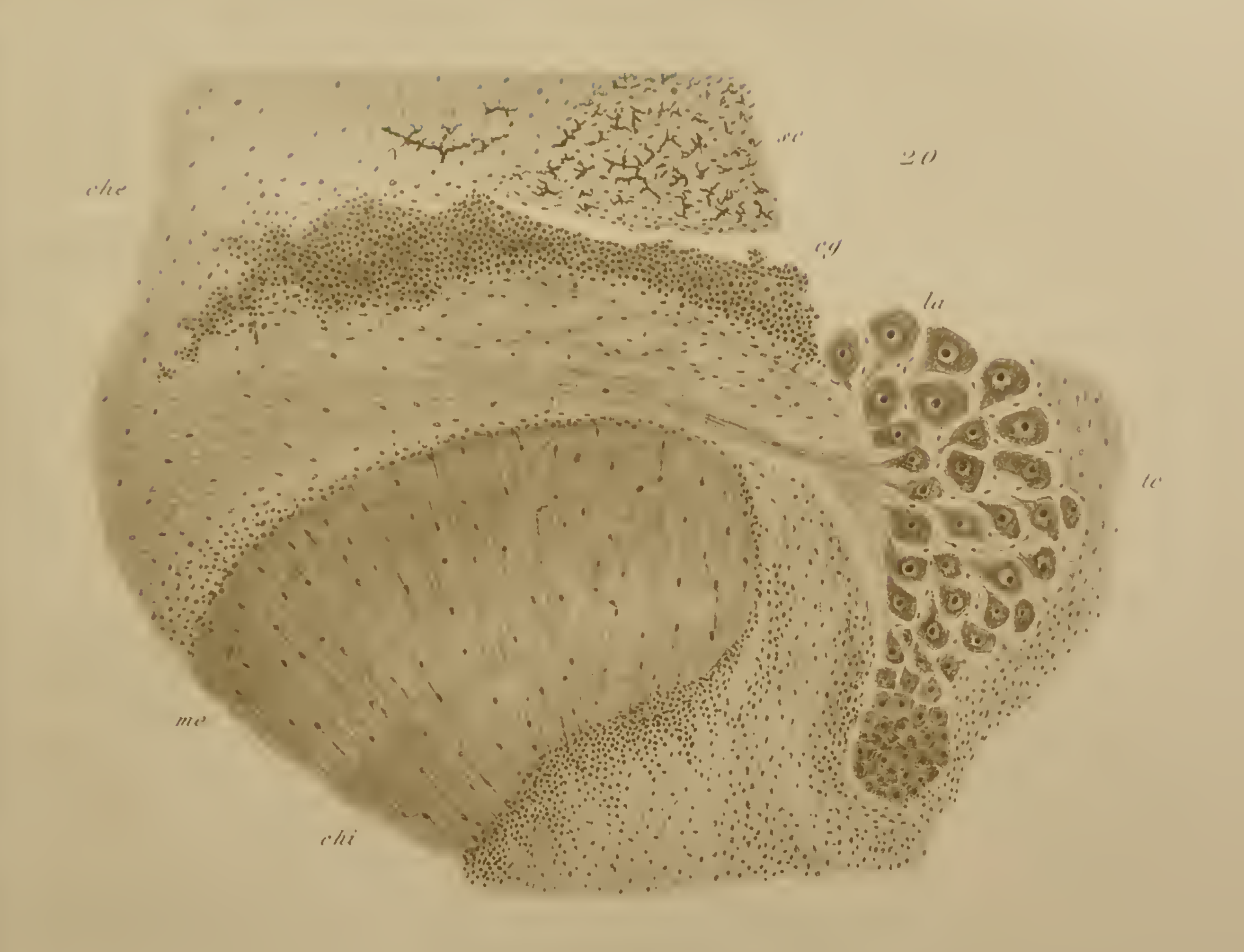
Imp. Lemercier et Cie Paris



H. Viallanes ad. nat. del.

Ganglion optique de la Langouste.

Imp. Lemercier et Cie Paris



21

te
cg
f
che
p
le
te
me
v

H. Viallanes ad nat. del.

Ganglion optique de la Langouste

Imp. Lemercier et Cie Paris





